



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΚΟΠΗ ΔΥΟ ΑΓΩΓΩΝ ΑΙ
16mm² ΓΡΑΜΜΗΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ
(400V, 230V) ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗΣ ΑΠΟ
ΥΠΑΙΘΡΙΟ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟ 150kVA ή 160kVA ή 200kVA**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥΛΟΥΜΗΣ Α. ΚΗΡΥΚΟΣ

Επιβλέπων : Περικλής Δ. Μπούρκας

Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2009



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΚΟΠΗ ΔΥΟ ΑΓΩΓΩΝ ΑΙ
16mm² ΓΡΑΜΜΗΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ
(400V, 230V) ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗΣ ΑΠΟ
ΥΠΑΙΘΡΙΟ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟ 150kVA ή 160kVA ή 200kVA**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ ΛΟΥΜΗΣ Α. ΚΗΡΥΚΟΣ

Επιβλέπων : Περικλής Δ. Μπούρκας

Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 2009

.....
Π. Δ. Μπούρκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ν. Θεοδώρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ν. Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2009

.....

ΤΟΥΛΟΥΜΗΣ Α. ΚΗΡΥΚΟΣ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Τουλούμης Α. Κηρύκος, 2009

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
Πρόλογος	6
Περίληψη	7
Abstract	8
1. Εισαγωγή	9
1.1 Μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας	10
1.1.1 Εναέριο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας	10
1.1.2 Λειτουργικά διαγράμματα (ή μπλοκ διαγράμματα)	15
1.2 Ποιοτικός έλεγχος αξιοπιστίας εξοπλισμού του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας	17
1.3 Χρήσιμα δεδομένα	18
2. Σκοπός της εργασίας	22
3. Υπολογισμοί αποτελεσμάτων αποκοπής αγωγών Al 16mm ² γραμμής διανομής χαμηλής τάσης (400V, 230V) ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150kVA ή 160kVA ή 200kVA	24
3.1 Υπολογισμός της αποκοπής 2 αγωγών Al 16 mm ² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150kVA, 160kVA και 200kVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα)	25

3.2 Υπολογισμός της αποκοπής 2 αγωγών και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_{δ}	34
4. Σχόλια επί των αποτελεσμάτων	95
4.1 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της αποκοπής 2 αγωγών και δημιουργία διαφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα)	95
4.1.1 Η παρεχόμενη προστασία από το δίκτυο σε περίπτωση βραχυκυκλώματος στον αέρα	95
4.1.2 Κίνδυνος ανάφλεξης αγωγού σε περίπτωση μεγάλων τιμών ασφάλειας	95
4.2 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της αποκοπής 2 αγωγών και έλεγχος ατυχημάτων από την εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_{δ}	96
5. Προτεινόμενη προστασία σε περίπτωση αποκοπής 2 αγωγών	97
5.1 Γενικά μέτρα προστασίας	97
5.2 Προστασία με σύστημα GSM (Global System for Mobile Communication)	97
5.3 Χρήση τορροειδούς μετασχηματιστή και ηλεκτρονόμου προστασίας από ρεύμα διαρροής-RCQ	99
Βιβλιογραφία	100

Πρόλογος

Η διπλωματική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Περικλή Μπούρκα και αφορά στην αποκοπή αγωγών Al 16mm² γραμμής διανομής χαμηλής τάσης (400V, 230V) ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150kVA ή 160kVA ή 200kVA και στη μελέτη για ενδεχόμενους κινδύνους.

Πιο συγκεκριμένα θα μελετηθεί αρχικά η περίπτωση διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή 2 αγωγών (οι 2 από τις 3 φάσεις του δικτύου) στο έδαφος ή στον αέρα. Στη συνέχεια θα εξεταστεί η περίπτωση η αποκοπή 2 αγωγών και η εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_s . Θα γίνει επίσης μία έρευνα για τις πιθανές επιπτώσεις που έχει η αποκοπή των 2 αγωγών για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Με την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Περικλή Μπούρκα για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το συνάδελφο Γαβριήλ Βασίλειο για την άριστη συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια της διεκπεραίωσης των αλληλοσυμπληρούμενων διπλωματικών εργασιών μας.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στην προστασία των δικτύων διανομής χαμηλής τάσης (τα χαρακτηριστικά μεγέθη των οποίων, όπως ισχύς του Μ/Σ, χρησιμοποιούμενες ασφάλειες, διατομές και μήκη των εναέριων γραμμών μεταφοράς, δίνονται σε σχετικούς πίνακες της ΔΕΗ) κατά την αποκοπή αγωγών ΑΙ 16mm² γραμμής διανομής χαμηλής τάσης (400V, 230V) ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150kVA ή 160kVA ή 200kVA.

Συγκεκριμένα :

Στο **κεφάλαιο 1** γίνεται εισαγωγή στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας με ειδική αναφορά στο δίκτυο χαμηλής τάσης όπως αυτό δομείται στην Ελλάδα .

Στο **κεφάλαιο 2** παρουσιάζεται ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας.

Στο **κεφάλαιο 3** παρουσιάζεται το υπολογιστικό κομμάτι της εν λόγω μελέτης μέσα από πίνακες και γραφήματα έχοντας ως αρχή των υπολογισμών τη μελέτη της χειρότερης δυνατής περίπτωσης, καθώς το ηλεκτρικό δίκτυο οφείλει να είναι ακίνδυνο για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Στο **κεφάλαιο 4** γίνεται σχολιασμός και διατύπωση συμπερασμάτων της μελέτης που έγινε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στο **κεφάλαιο 5** προτείνονται μηχανισμοί προστασίας για τις περιπτώσεις που συντρέχει αυξημένος κίνδυνος ατυχήματος (π.χ. ηλεκτροπληξία, φωτιά).

Τα συμπεράσματα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας μπορούν να φανούν χρήσιμα για τη βελτίωση της προστασίας του υπάρχοντος ηλεκτρικού δικτύου, το οποίο κρύβει κινδύνους τόσο για την ανθρώπινη ζωή όσο και για το περιβάλλον.

Abstract

The scope of this thesis was the study of the protection of the electric network during the two cable-cutoff (Al 16mm²) of a low voltage distribution electrical system supplied from an outdoor substation 150 kVA or 160 kVA or 200 kVA.

Specifically:

In **chapter 1** becomes an introduction in networks of transmission and distribution of electric power.

In **chapter 2** becomes a presentation of the scope of this thesis.

In **chapter 3** becomes a presentation of the calculations done in this thesis via indexes and graphs.

In **chapter 4** becomes a presentation of the conclusions and the results made in this thesis.

In **chapter 5** suggestions are made about means of protection of the electric network in order to be safer and less dangerous for human life and the environment.

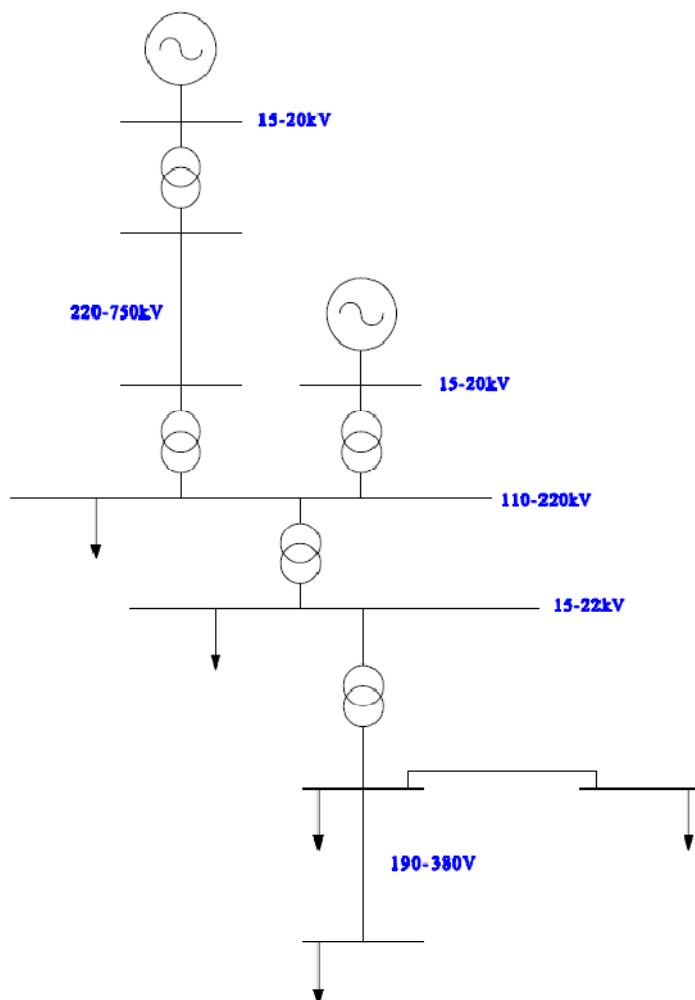
Conclusively, these thesis' results are useful for the protection improvement of the present electric network and the avoidance of the daily risks for human life and environment.

1.Εισαγωγή

Τα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (Σ.Η.Ε) είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων και των μέσων για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε εξυπηρετούμενες περιοχές κατανάλωσης. Τα σύγχρονα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας δομούνται με κριτήριο την λειτουργία σε τρία μέρη. Την *παραγωγή*, τη *μεταφορά* και την *διανομή*. Στο Σχήμα 1-1 παρουσιάζεται μια γενική δομή του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται στους σταθμούς παραγωγής, η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με τις γραμμές υψηλής και υπερυψηλής τάσεως οι οποίες μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια σε κεντρικά σημεία του δικτύου, τους υποσταθμούς από όπου ξεκινούν τα δίκτυα διανομής μέσης τάσεως τα οποία διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές δια μέσου των υποσταθμών διανομής και γραμμών χαμηλής τάσεως 400/230Volt.

Τα σφάλματα που εμφανίζονται στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας διακρίνονται σε εκείνα που οφείλονται σε ακραίους περιβαλλοντικούς παράγοντες (κεραυνοπληξία, χιονοπτώσεις, ανεμοθύελλες, πτώσεις δέντρων κτλ) και σε εκείνα που οφείλονται σε ηλεκτρικά και διηλεκτρικά φαινόμενα όπως διαρροή, βραχυκύκλωμα, σπινθηρισμοί, τόξα, διάσπαση κτλ. Η δεύτερη ομάδα σφαλμάτων μπορεί συνήθως να προβλεφθεί προσφέροντας έτσι καλύτερη και πιο εύρυθμη λειτουργία του δικτύου ενέργειας.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται ορισμένες πτυχές του δικτύου μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 1-1 : Γενική δομή συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας

1.1. Μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να μεταφέρεται και να διανέμεται εύκολα σε μεγάλες αποστάσεις. Συγκεκριμένα, από την παραγωγή με χρήση μετασχηματιστών ανυψώνεται η αρχική τάση (πχ στα 150 και 400kV) ώστε στη συνέχεια στα κέντρα διανομής υψηλής τάσης (KYT) να διανέμεται κυρίως σε γραμμές των 20kV ή 15 kV. Στη συνέχεια ακολουθεί η ηλεκτροδότηση μετασχηματιστών διανομής οι οποίοι υποβιβάζουν την τάση στα 400/230V και διανέμεται στους καταναλωτές χαμηλής τάσης. Εκτός από τους καταναλωτές χαμηλής τάσης υπάρχουν και καταναλωτές μέσης τάσης. Η διάκριση τους σε σχέση με τους χαμηλής τάσης έγκειται στο γεγονός ότι οι καταναλωτές μέσης τάσης δέχονται και εκμεταλλεύονται φορτία που ξεπερνούν τα 200A ανά φάση.

Κατασκευαστικά

Τα **εναέρια δίκτυα** κοστίζουν λιγότερο σε σχέση με τα **υπόγεια δίκτυα** και είναι επίσης ευκολότερη η εκμετάλλευσή τους. Καταναλώνουν όμως σημαντικό χώρο, η διάθεση του οποίου είναι συχνά αδύνατη σε σχετικά πυκνά κατοικημένες πόλεις. Οι αγωγοί των γραμμών των εναέριων δικτύων μέχρι και πριν μερικά χρόνια ήταν πάντοτε γυμνοί. Τα τελευταία χρόνια όμως η εξέλιξη της τεχνικής των καλωδίων επιτρέπει την χρησιμοποίηση εναέριων καλωδίων κυρίως στη XT. Οι υποσταθμοί MT/XT των εναέριων δικτύων μέχρι και 400KVA κατασκευάζονται κυρίως εναέριοι επάνω σε έναν ή δύο στύλους. Μεγαλύτεροι υποσταθμοί (630 και 1000kVA) κατασκευάζονται υπόγειοι.

Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας διακρίνεται σε δύο βασικές κατηγορίες: α) Τα 'εναέρια' και β) τα 'υπόγεια' δίκτυα. Υπόγεια κατασκευάζονται τα δίκτυα (τόσο MT όσο και XT) στα κέντρα των πόλεων για λόγους αισθητικής αλλά και για λόγους δυσκολίας διαθέσεως του αναγκαίου χώρου.

Σε κάθε περίπτωση η επιλογή κατάλληλου δικτύου αποτελεί ένα σύνθετο τεχνοοικονομικό πρόβλημα δεδομένου ότι η αρχική σχεδίαση αυτού πρέπει να λαμβάνει υπόψη και την μελλοντική εξέλιξη του.

1.1.1. Εναέριο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Οι εναέρια γραμμές των συστημάτων μεταφοράς υψηλής τάσης κατασκευάζονται από γυμνούς αγωγούς που αποτελούνται από κλώνους αλουμινίου με χαλύβδινη ψυχή (κλώνους χάλυβα). Οι αγωγοί αυτοί αναρτώνται σε πυλώνες μέσω αλυσίδων μονωτήρων από πορσελάνη ή γυαλί.

Στο Σχήμα 1.1.1-1 παρουσιάζεται ένα απλοποιημένο παράδειγμα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με αυτό μετά τον μετασχηματιστή υποβιβασμού τάσεως (150kV/20kV 25MVA) του κέντρου υψηλής τάσης (KYT) αναχωρούν μέσω *αυτόματων διακοπών ελαίου* (ΑΔΕ) διάφορες γραμμές μέσης τάσης των 20 kV, κάθε μια από τις οποίες αφορά την διανομή ηλεκτρικής ενέργειας σε μια ευρύτερη περιοχή. Οι γραμμές αυτές ονομάζονται *γραμμές κορμού* και συμβολίζονται στα σχέδια με το γράμμα R και έναν αριθμό (πχ R2).

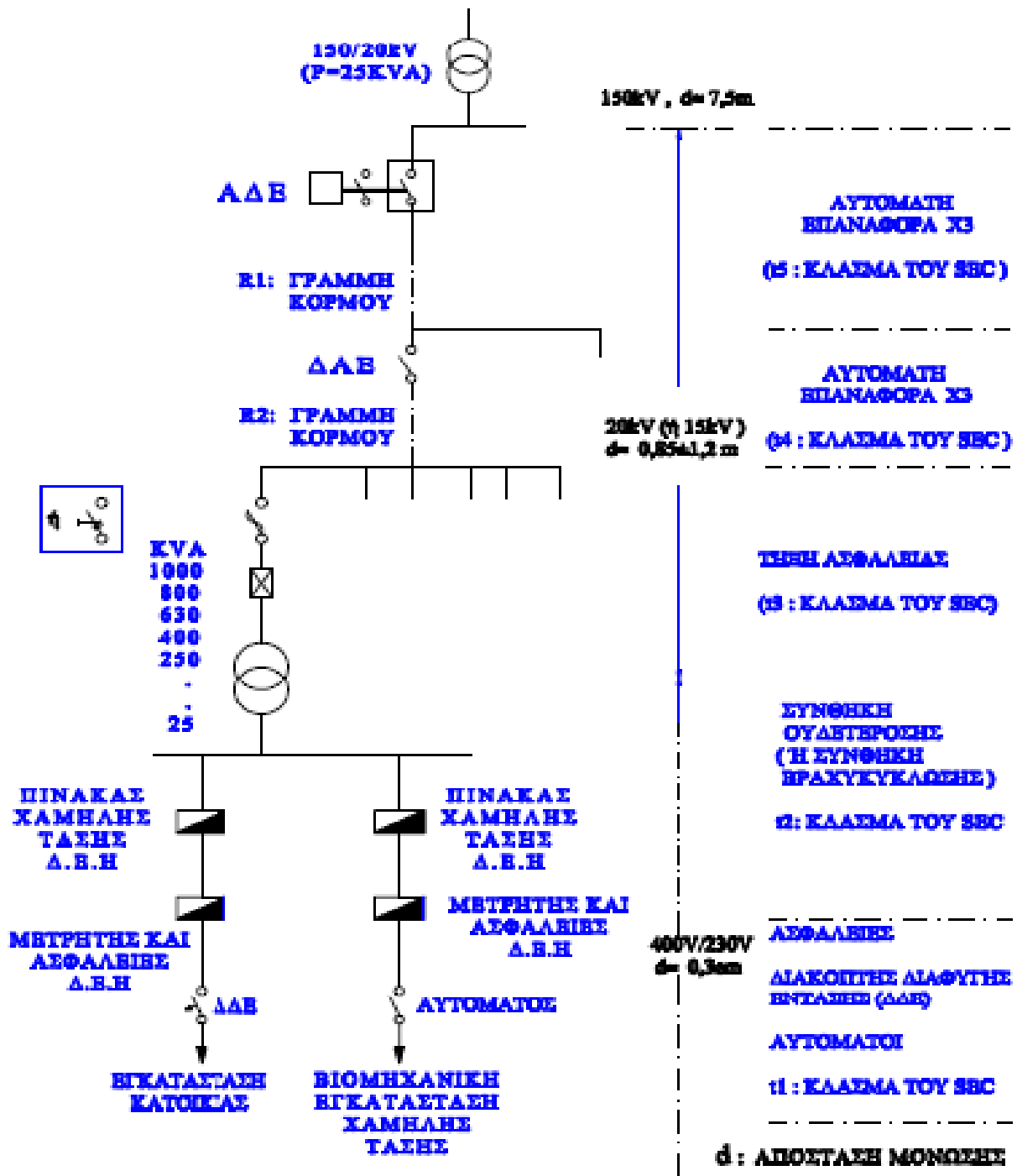
Κάθε μια από τις γραμμές κορμού διακλαδίζεται σε ορισμένες γραμμές που ηλεκτροδοτούν τμήματα της ευρύτερης περιοχής μέσω *διακοπών αυτόματης επαναφοράς* (ΔΑΕ), οι οποίες ονομάζονται επίσης *γραμμές κορμού* .

Όταν συμβεί ένα σφάλμα σε μια γραμμή κορμού (πχ πτώση δέντρου στη γραμμή) τότε ο διακόπτης προστασίας (ΑΔΕ ή ΔΑΕ) σε πρώτη φάση διακόπτει αυτομάτως την ηλεκτροδότηση της συγκεκριμένης γραμμής και σε δεύτερη φάση θα τεθεί αυτομάτως στη θέση εντός για την ηλεκτροδότηση εκ νέου της συγκεκριμένης γραμμής. Σε περίπτωση όπου υπάρχει ακόμα το σφάλμα ο αυτόματος διακόπτης θα προκαλέσει και πάλι αυτόματη διακοπή και ακολούθως αυτόματη εκ νέου ηλεκτροδότηση. Αν και κατά την δεύτερη αυτή προσπάθεια του αυτόματου διακόπτη το σφάλμα συνεχίσει να υπάρχει , θα γίνει μια τρίτη αυτόματη διακοπή και ακολούθως εκ νέου ηλεκτροδότηση. Μετά την τρίτη προσπάθεια του αυτόματου διακόπτη αν εξακολουθεί να υπάρχει το σφάλμα προκαλείται οριστική διακοπή ρεύματος στην εν λόγω γραμμή. Είναι προφανές ότι η προαναφερθείσα τριών κύκλων λειτουργία των ΑΔΕ και ΔΑΕ αποσκοπεί σε περιπτώσεις εμφάνισης παροδικών βλαβών, τόσο στην προσπάθεια για απρόσκοπτη ηλεκτροδότηση μιας μεγάλης περιοχής όσο και στην αποφυγή άσκοπων μετακινήσεων συνεργείων . Πρέπει να προσθέσουμε ότι η διακοπή της ηλεκτροδότησης σε κάθε κύκλο λειτουργίας των ΑΔΕ και ΔΑΕ συμβαίνει πάντοτε σε κλάσματα του δευτερολέπτου (σχεδόν ακαριαία διακοπή , πχ 0,15sec , 0,35sec , κτλ) . Αυτό στην πράξη σημαίνει ότι δεν υπάρχει αρκετός διαθέσιμος χρόνος για την εκδήλωση αξιόλογων θερμικών φαινομένων. Δεν προκαλείται υπερθέρμανση της γραμμής πάνω από τα ανεκτά όρια, πολύ δε περισσότερο δεν δημιουργούνται τήγματα μετάλλων στους αγωγούς.

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 1.1.1-2 οι γραμμές του κορμού μέσω του ΔΑΕ διακλαδίζονται με τη σειρά τους σε διάφορες γραμμές που καταλήγουν σε υποσταθμούς υποβιβασμού της μέσης τάσης σε χαμηλή τάση (20kV/400V) . Οι υποσταθμοί αυτοί διακρίνονται σε υπαίθριους επί στύλων μέχρι 400kVA και σε εσωτερικού χώρου (συνήθως σε υπόγεια πολυκατοικιών) μεγαλύτερης ισχύος από 400kVA. Στους υπαίθριους υποσταθμούς η γραμμή μέσης τάσης ηλεκτροδοτεί τον μετασχηματιστή μέσω μονοπολικών ασφαλειοαποζευκτών ή τριπολικών αποζευκτών, ενώ στους υποσταθμούς εσωτερικού χώρου η ηλεκτροδότηση του μετασχηματιστή γίνεται μέσω συγκροτήματος πινάκων. Σημειώνεται δε ότι για λόγους διασύνδεσης ή απομόνωσης γραμμών μέσης τάσης (σε περίπτωση πχ πυρκαγιών, εργασιών συντήρησης και εργασιών αποκατάστασης βλαβών) υπάρχουν στις γραμμές μέσης τάσης μονοπολικοί ασφαλειοαποζεύκτες και τριπολικοί αποζεύκτες μη εντασσόμενοι σε υπαίθριους υποσταθμούς .

Η παροχή χαμηλής τάσης των 400V γίνεται μέσω γραμμών χαμηλής τάσης (από γυμνούς αγωγούς ή συνεστραμμένα καλώδια) που ξεκινούν από τον πίνακα χαμηλής τάσης (ασφαλειοκιβώτιο) του υποσταθμού.

Η παροχή μέσης τάσης σε καταναλωτές αφορά απορροφημένες εντάσεις ρεύματος άνω των 200Α ανά φάση όπως συμβαίνει σε βιομηχανίες , νοσοκομεία άνω των 100 κλινών, μεγάλα ξενοδοχεία , κτήρια ΑΕΙ , κτλ.



Σχήμα 1.1.1-1: Απλοποιημένο παράδειγμα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Στη μέση τάση και στη χαμηλή χρησιμοποιούνται ξύλινοι στύλοι και μερικές φορές στις πόλεις τσιμεντένιοι (και σπανιότερα μεταλλικοί). Τα υλικά και η εγκατάσταση κάθε ξύλινου στύλου είναι τυποποιημένα. Στο Σχήμα 1.1.1-2 δίνεται ένα παράδειγμα ενός στύλου ευθυγραμμίας ή μικρής γωνίας με απλή στήριξη των αγωγών μέσω ξύλινης τραβέρσας (βραχίονα) κατά τον κανονισμό της ΔΕΗ P-3C.

Οι γυμνοί αγωγοί στα εναέρια δίκτυα χαμηλής τάσης είναι συνήθως από κλώνους αλουμινίου. Στη μέση τάση χρησιμοποιούνται στα εναέρια δίκτυα γυμνοί αγωγοί ACSR, δηλαδή αγωγοί που αποτελούνται από κλώνους αλουμινίου με χαλύβδινη ψυχή (κλώνοι χάλυβα).



Σχήμα 1.1.1-2: Πίνακας ξύλινου στύλου με ξύλινη τραβέρσα, με μονωτήρες για τη στήριξη των γυμνών αγωγών μίας γραμμής μέσης τάσης. Στην εικόνα φαίνεται και η πρόσδεση του επιτόνου στο στύλο.

Η τάση του δικτύου είναι ημιτονοειδούς μορφής και η ενεργός τιμή της κυματομορφής της θεμελιώδους συχνότητας της τάσης αναφοράς καλείται ονομαστική τάση του δικτύου. Κάθε τμήμα του δικτύου σχεδιάζεται ώστε να λειτουργεί υπό ορισμένη ονομαστική τάση και να μπορεί να συνδέεται με διαφορετικά τμήματα του δικτύου που σχεδιάζονται να λειτουργήσουν υπό διαφορετική ονομαστική τάση μέσω μετασχηματιστών. Με κριτήριο το επίπεδο τάσης το δίκτυο χωρίζεται σε τρία μέρη.

Η συχνότητα του δικτύου αναφέρεται στον ρυθμό επανάληψης του θεμελιώδους κύματος της τάσης ανά δευτερόλεπτο και είναι ενιαία και ίση με τη συχνότητα λειτουργίας του συστήματος για ολόκληρο το διασυνδεδεμένο δίκτυο και ενιαία για εκάστοτε απομονωμένο ηλεκτρικό δίκτυο μη διασυνδεδεμένου νησιού. Η ονομαστική τιμή της συχνότητας του δικτύου είναι 50Hz.

Η ονομαστική τάση για το επίπεδο της χαμηλής τάσης (XT) σε δίκτυο που αποτελείται από 4 κατακόρυφους διατεταγμένους γυμνούς αγωγούς είναι 230V μεταξύ φάσεως και ουδετέρου (που καλείται φασική τάση) και 400V μεταξύ φάσεων (που καλείται πολική τάση). Η ονομαστική τάση για το επίπεδο μέσης τάσης (MT) σε δίκτυο το οποίο αποτελείται από τρεις οριζόντια διατεταγμένους αγωγούς είναι 20kV (ή 15kV). Η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από τα εργοστάσια παραγωγής προς τα κέντρα διανομής υψηλής τάσης (KYT) γίνεται με γραμμές υψηλής 66kV, 150kV και 400kV.

Ισχύει:

1. Η μέγιστη αναφερόμενη τιμή ρεύματος βραχυκυκλώσεως στα διάφορα επίπεδα του δικτύου δεν υπερβαίνει στο δίκτυο XT για τα υπόγεια δίκτυα συνήθως τα 25kA και κατ' εξαίρεση τα 32kA , για εναέρια δίκτυα συνήθως τα 8kA και κατ' εξαίρεση τα 13kA.
2. στο δίκτυο MT η ένταση βραχυκύκλωσης δεν ξεπερνά για τα 20kV τα 7,2kA , για τα 15 kV τα 9,6kA και για τα παλιά δίκτυα των 6,6 kV και 22kV τα 14kA και 13kA αντίστοιχα . Τέλος στα δίκτυα YT για τα 150 kV έχουμε 31kA.
3. Σε απομακρυσμένα σημεία του δικτύου η ένταση βραχυκυκλώσεως μπορεί να είναι σημαντικά μικρότερη από τα παραπάνω μεγέθη.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι οι παραπάνω τιμές ρευμάτων βραχυκύκλωσης αναφέρονται στην εναλλασσόμενη συνιστώσα του ρεύματος. Εκτός από το ρεύμα βραχυκύκλωσης που καταπονεί το δίκτυο (και γενικότερα ηλεκτροτεχνικές κατασκευές) δυναμικά και θερμικά , μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα η διηλεκτρική συμπεριφορά του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων διανομής και βασικά των μονωτήρων . Στόχος είναι να περιορίζονται στο ελάχιστο οι σπινθηρισμοί σε περιοχές όπου επικρατεί βιομηχανική ρύπανση ή καθαλατώσεις. Στον πίνακα 1.1.1-1 δίνεται το μήκος ερπυσμού κεραμικών και γυάλινων μονωτήρων αναλόγως του περιβάλλοντος τους ώστε να διασφαλίζεται η διηλεκτρική αντοχή ανάλογα με το επίπεδο της τάσης κατά IEC815/1986.

α/α	Επίπεδο Ρύπανσης	Τυπικά παραδείγματα περιβάλλοντος	Ελάχιστο μήκος ερπυσμού
I	Μικρό (0,006mg/cm ²)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Περιοχές χωρίς βιομηχανίες και με μικρή πυκνότητα σπιτιών με κεντρική θέρμανση. 2. Περιοχές με χαμηλή πυκνότητα εργοστασίων ή σπιτιών υπό συνήθεις ανέμους και/ή βροχές. 3. Αγροτικές περιοχές (η χρήση λιπασμάτων μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερο επίπεδο ρύπανσης). <p><u>Σημείωση:</u> Οι προαναφερθείσες περιοχές θα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 10km έως 20km από τη θάλασσα και να μην εκτίθενται σε ανέμους που έρχονται από τη θάλασσα.</p>	16mm/kV
II	Μεσαίο (0,20mg/cm ²)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Περιοχές με εργοστάσια που δεν παράγουν ρυπαντικό καπνό και/ή με μέση πυκνότητα σπιτιών εξοπλισμένων με κεντρική θέρμανση. 2. Περιοχές με υψηλή πυκνότητα σπιτιών και/ή εργοστάσια, αλλά εκτεθειμένες σε συνήθεις ανέμους και/ή βροχοπτώσεις. 3. Περιοχές εκτεθειμένες σε ανέμους προερχόμενους από τη θάλασσα, αλλά όχι τόσο κοντά στην ακτή (το λιγότερο σε απόσταση αρκετών km). 	20mm/kV
III	Υψηλό (0,60mg/cm ²)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Περιοχές με μεγάλη πυκνότητα εργοστασίων και προάστια μεγάλων πόλεων με μεγάλη πυκνότητα εγκαταστάσεων θέρμανσης που παράγουν καπνό. 2. Περιοχές κοντά στη θάλασσα ή σε κάθε περίπτωση εκτεθειμένες σε σχετικά ισχυρούς ανέμους προερχόμενους από τη θάλασσα. 	25mm/kV
IV	Πολύ Υψηλό (>0,60mg/cm ²)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Περιοχές γενικά μέτριας έκτασης εκτεθειμένες σε αγωγίμες σκόνες και σε βιομηχανικό καπνό ο οποίος παράγει ειδικά λεπτές αγωγίμες επικαθίσεις. 2. Περιοχές γενικά μέτριας έκτασης πολύ κοντά στην ακτή ή εκτεθειμένες σε πολύ ισχυρό αέρα προερχόμενο από τη θάλασσα. 3. Περιοχές ερήμων, που χαρακτηρίζονται από την απουσία βροχής για μεγάλες χρονικές περιόδους, εκτεθειμένες σε ισχυρούς ανέμους που μεταφέρουν άμμο και αλάτι. 	31mm/kV

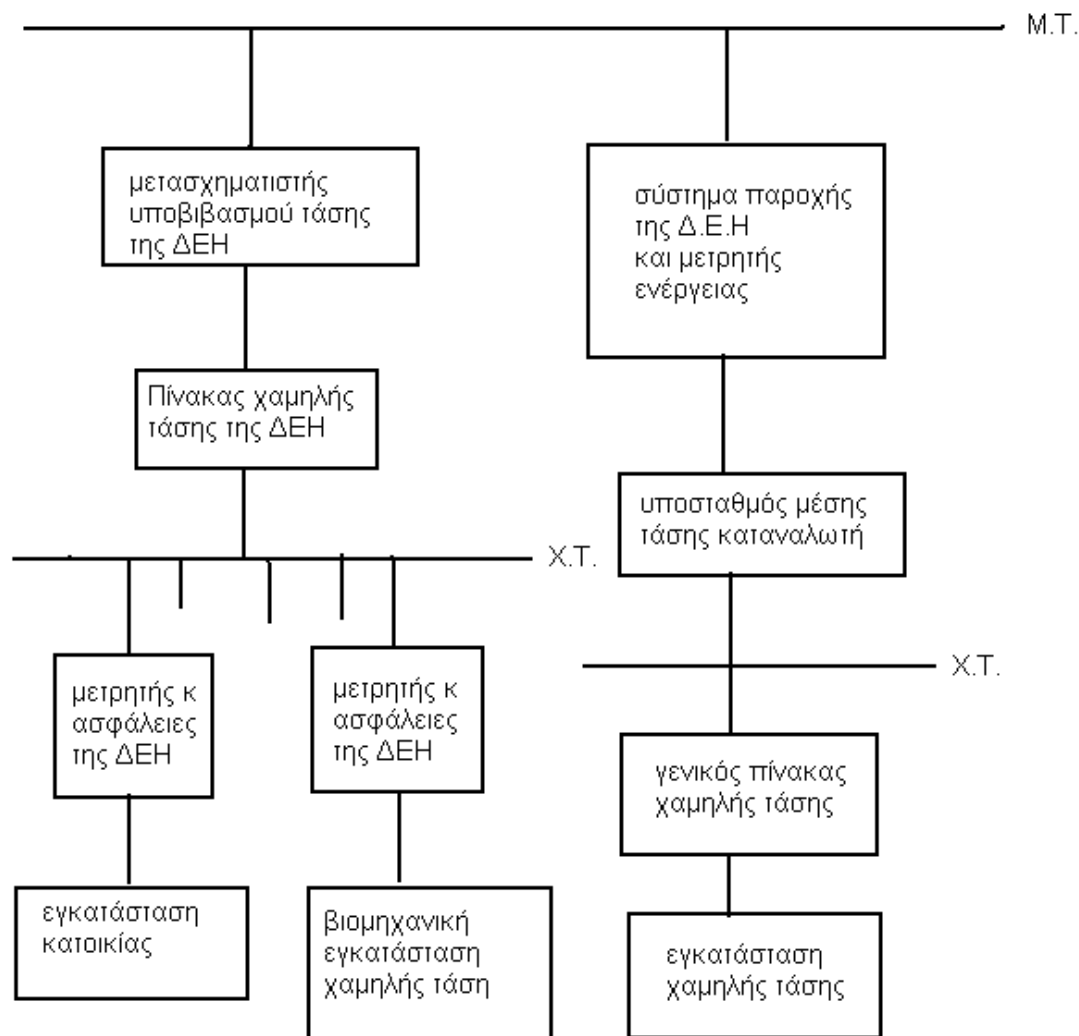
Πίνακας 1.1.1-1 Επιλογή ελάχιστου μήκους ερπυσμού κεραμικών και γυάλινων μονωτήρων αναλόγως του περιβάλλοντος τους.

1.1.2. Λειτουργικά διαγράμματα (ή μπλοκ διαγράμματα)

Στο Σχήμα 1.1.2-1 παρουσιάζεται ένα απλοποιημένο μπλοκ διάγραμμα για τις παροχές χαμηλής και μέσης τάσης . Το μπλοκ διάγραμμα περιγράφει πως δομείται το δίκτυο υποβιβασμού από την μέση τάση στην χαμηλή τόσο για υποσταθμό του δικτύου της Δ.Ε.Η όσο και για ιδιωτικό υποσταθμό .Συγκεκριμένα στο αριστερό μέρος του παρακάτω μπλοκ διαγράμματος δίνεται η παροχή ισχύος από τη μέση τάση στη χαμηλή διαμέσου ενός υποσταθμού υποβιβασμού της Δ.Ε.Η και στο δεξί μέρος δείχνεται πώς δομείται η παροχή ισχύος από τη μέση τάση στη χαμηλή διαμέσου ενός ιδιωτικού υποσταθμού.

Για το δίκτυο της Δ.Ε.Η μετά τον μετασχηματιστή υποβιβασμού υπάρχει ο πίνακας χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η, από όπου αναχωρούν διάφορες παροχές χαμηλής τάσης είτε προς κατοικίες είτε προς βιομηχανικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης διαμέσου γραμμών διανομής χαμηλής τάσης. Η γραμμή διανομής συνδέεται με κάθε εγκατάσταση κατοικίας ή βιομηχανική εγκατάσταση χαμηλής τάσης διαμέσου ενός μετρητή και ασφαλειών της Δ.Ε.Η.

Στην περίπτωση του ιδιωτικού υποσταθμού η παροχή μέσης τάσης της Δ.Ε.Η συνδέεται με τον ιδιωτικό υποσταθμό διαμέσου ενός συστήματος παροχής. Μετά τον ιδιωτικό υποσταθμό μέσης τάσης υπάρχει ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσης από τον οποίο αναχωρούν παροχές χαμηλής τάσης προς την ιδιωτική εγκατάσταση χαμηλής τάσης.



Σχήμα 1.1.2-1: Απλοποιημένο μπλοκ διάγραμμα για τις παροχές χαμηλής και μέσης τάσης

1.2. Ποιοτικός έλεγχος αξιοπιστίας εξοπλισμού του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Προκειμένου μια ηλεκτροτεχνική κατασκευή να λειτουργεί αξιόπιστα πρέπει να εναρμονίζονται τα επιμέρους στοιχεία της (διακόπτες, πίνακες, μετασχηματιστές, καλώδια) καθώς και η όλη κατασκευή στο σύνολο της με τις διεθνείς προδιαγραφές ασφαλείας (VDE, IEC κτλ.) και τους κανονισμούς της ΔΕΗ.

Η αξιοπιστία μιας ηλεκτροτεχνικής κατασκευής διασφαλίζεται όταν ανταπεξέλθει με επιτυχία, πριν διατεθεί σε χρήση, δοκιμές υπό λειτουργικές συνθήκες που αντιστοιχούν στις μελλοντικές μέγιστες καταπονήσεις της στο δίκτυο. Οι δοκιμές αυτές συνήθως αποτελούν την τελευταία φάση της παραγωγικής διαδικασίας και διακρίνονται σε **δοκιμές τύπου** και **δοκιμές σειράς**.

Οι **δοκιμές τύπου** πραγματοποιούνται σε διεθνώς αναγνωρισμένα εργαστήρια ή εργοστάσια του κατασκευαστή (όσες μπορούν να γίνουν) και αφορούν ένα περιορισμένο αριθμό των παραχθέντων και έτοιμων προς διάθεση προϊόντων. Οι δοκιμές τύπου χαρακτηρίζονται ως καταστρεπτικές γιατί παρόλο που η διεξαγωγή τους μπορεί να είναι επιτυχής, μπορούν να γίνουν αιτία πρόκλησης μελλοντικών βλαβών. Για το λόγο αυτό οι δοκιμές τύπου έχουν νόημα μόνο σε περιπτώσεις μεγάλου αριθμού τεμαχίων (πχ. 100 τεμάχια μετασχηματιστών 20kV/400V, 400KVA), όπως συμβαίνει με την προμήθεια εξοπλισμού στη ΔΕΗ.

1. Η **δοκιμή υπερθέρμανσης (ή ανύψωσης της θερμοκρασίας)** αφορά την εξακρίβωση του ονομαστικού ρεύματος (μέγιστο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας) μιας κατασκευής. Η τιμή αυτή δεν μπορεί να είναι τυχαία καθώς οφείλει να ανταποκρίνεται σε προδιαγεγραμμένες τιμές ρεύματος.

2. Οι **διηλεκτρικές δοκιμές** στοχεύουν στην εξακρίβωση ικανότητας μόνωσης. Η ονομαστική τάση (ή τάση σειράς) κάθε συσκευής δεν μπορεί να είναι μια τυχαία τιμή καθώς οφείλει να ανταποκρίνεται στην προδιαγεγραμμένη τάση του δικτύου που είναι 15kV, 20kV και 150kV , κτλ. Οι μετρήσεις που γίνονται για τον έλεγχο ικανότητας μόνωσης αφορούν κυρίως τις μέγιστες λειτουργικές καταστάσεις της κατασκευής (κυρίως υπερτάσεις από κεραυνούς και χειρισμούς) από τις οποίες επιβεβαιώνεται η στάθμη μόνωσης.

3. Η **δομική μηχανικής αντοχής** αφορά τη στιβαρότητα της κατασκευής.

4. Οι **δοκιμές βραχυκύκλωσης** ελέγχουν την καταπόνηση μιας ηλεκτροτεχνικής συσκευής από μεγάλες δυνάμεις και θερμοκρασίες που αναπτύσσονται από το βραχυκύκλωμα.

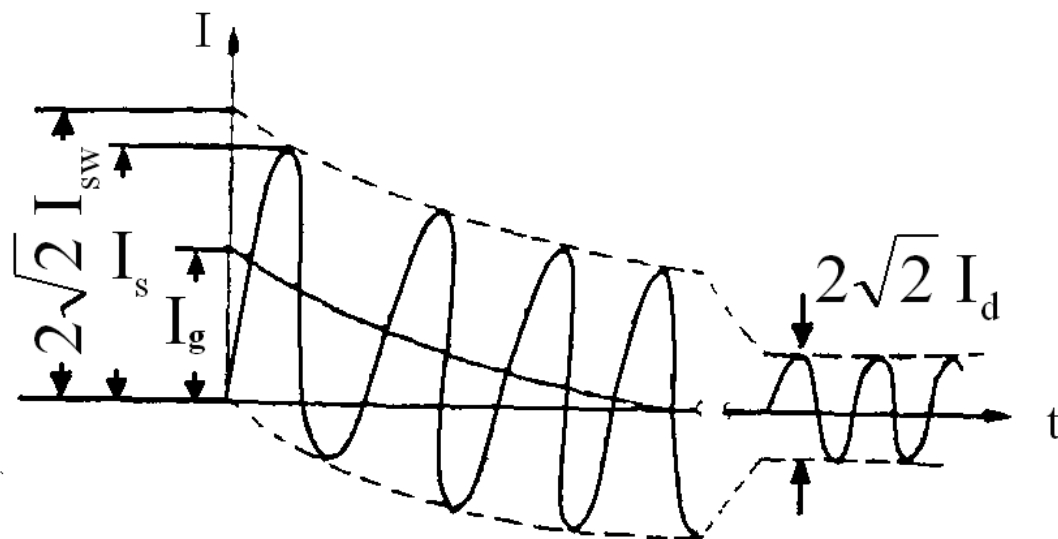
Οι παραπάνω δοκιμές εφαρμόζονται βεβαίως όπου υπάρχει νόημα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι η δοκιμή υπερθέρμανσης δεν έχει νόημα σε ένα μονωτήρα, πολύ δε περισσότερο σε ένα στύλο, ενώ έχει μεγάλη σημασία για τις ηλεκτρικές επαφές ενός ασφαλειοδιακόπτη.

Οι **δοκιμές σειράς** πραγματοποιούνται σε όλα ανεξαρτήτως τα τεμάχια. Αφορούν το σύνολο του εξοπλισμού και είναι ιδιαίτερες για κάθε στοιχείο του. (μετασχηματιστές, μονωτήρες, αποζεύκτες κτλ). Οι δοκιμές πχ σειράς ενός μετασχηματιστή διανομής είναι κυρίως οι παρακάτω: Απώλειες σιδήρου και χαλκού, η σχετική τάση βραχυκύκλωσης (η οποία κατά μέσο όρο για τους μετασχηματιστές του ελληνικού δικτύου είναι περίπου 4%), η σχέση μετασχηματισμού και η διηλεκτρική αντοχή υπό εναλλασσόμενη τάση. Οι δοκιμές αυτές δεν είναι καταστρεπτικές και γι'αυτό θα πρέπει να πραγματοποιούνται παρουσία του αγοραστή. Η Δ.Ε.Η. πραγματοποιεί όλες τις δοκιμές σειράς στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό που προμηθεύεται. Σε μικρές προμήθειες εξοπλισμού (όπως συμβαίνει συνήθως σε ιδιωτικούς υποσταθμούς μέσης τάσης) και σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατόν να γίνουν οι παραπάνω δοκιμές παρουσία του αγοραστή (πχ προμήθεια

μετασχηματιστή 20kV/400V από εξωτερικό) θα πρέπει να επιβεβαιώνεται η ποιότητα με πιστοποιητικά διεθνώς αναγνωρισμένα.

1.3. Χρήσιμα δεδομένα για τον υπολογισμό του ρεύματος βραχυκύκλωσης

Ακολουθως δίνονται οι σχέσεις υπολογισμού των ρευμάτων κατά το βραχυκύκλωμα και οι πίνακες τιμών για τους συντελεστές μ_d και κ . δίνονται επίσης πίνακες τιμών για τις ωμικές και επαγωγικές αντιστάσεις των αγωγών και των μετασχηματιστών του δικτύου διανομής.



Σχήμα 1.3-1: Μορφή ρεύματος κατά το τριφασικό βραχυκύκλωμα

I_s : Κρουστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης

I_{sw} : Εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης

I_d : Διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης

I_g : Συνεχές ρεύμα βραχυκύκλωσης

Ισχύει

$$I_s = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{sw} \quad \text{-δυναμική καταπόνηση}$$

$$I_{sw} = \frac{1,1U_N}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{o\lambda}^2 + X_{o\lambda}^2}}$$

$$I_d = \mu_d \cdot I_{sw} \quad \text{-θερμική καταπόνηση}$$

$$\mu_d = f\left(\frac{I_{sw}}{I_G}\right) \quad (\text{όπου } I_G \text{ είναι το ονομαστικό ρεύμα της πηγής των γεννητριών})$$

I_{sw}/I_G	μ_d για PF=0,8
0,1	1,00
0,2	0,97
0,3	0,96
0,4	0,93
0,5	0,90
0,6	0,89
0,7	0,87
0,8	0,85
0,9	0,82
1,0	0,80
1,6	0,70
2,0	0,67
3,0	0,58
4,0	0,52
5,0	0,49
6,0	0,44
7,0	0,41
8,0	0,40
9,0	0,39
10,0	0,35

Πίνακας 1.3-1:
Τιμή συντελεστή μ_d

R_{oL}/X_{oL}	κ
0,00	1,800
0,05	1,680
0,10	1,590
0,15	1,500
0,20	1,440
0,25	1,380
0,30	1,330
0,35	1,290
0,40	1,250
0,45	1,220
0,50	1,190
0,55	1,170
0,60	1,140
0,65	1,120
0,70	1,110
0,75	1,100
0,80	1,095
0,85	1,090
0,90	1,080
0,95	1,075
1,00	1,070
1,05	1,065
1,10	1,060
1,15	1,055
1,20	1,050

Πίνακας 1.3-2 : Τιμή συντελεστή κ

Είδος γραμμής χαμηλής τάσης	R σε (mΩ/km)	X σε (mΩ/km)
Γυμνοί αγωγοί 4×16 mm ²	1140	330
Γυμνοί αγωγοί 4×35 mm ²	533	306
Γυμνοί αγωγοί 4×50 mm ²	381	294
Γυμνοί αγωγοί 4×70 mm ²	277	284
Συνεστραμμένα καλώδια 3×35 mm ² + 54,6 mm ²	888 + 630	443 + 630
Συνεστραμμένα καλώδια 3×70 mm ² + 54,6 mm ²	1127	100

Πίνακας 1.3-3 : Σύνθετη αντίσταση γυμνών αγωγών αλουμινίου και συνεστραμμένων καλωδίων που χρησιμοποιούνται σε γραμμές διανομής χαμηλής τάσης.

P_N (KVA)	15	25	50	75	100	150	200	250	400	500	630	750	1000
R (mΩ)	356	175	75	40	29	18,3	13,4	10,5	5,7	4,5	3,6	3,0	2,2
X (mΩ)	320	228	122	86,8	65,5	44,5	33,5	26,8	17	13,7	10,8	9,1	6,9

Πίνακας 1.3-4 : Σύνθετες αντιστάσεις μετασχηματιστών διανομής, όπου

P_N : ονομαστική ισχύς του μετασχηματιστή

R : ωμική αντίσταση του μετασχηματιστή

X : επαγωγική αντίσταση του μετασχηματιστή

a/a	Βραχυκυκλώματα	I_{sw}
1	Τριφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα.	$I_{sw} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_Y + R_{M/\Sigma})^2 + (X_Y + X_{M/\Sigma})^2}}$
2	Τριφασικό βραχυκύκλωμα ως προς γη.	$I_{sw} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_Y + R_{M/\Sigma} + R_{\Delta})^2 + (X_Y + X_{M/\Sigma})^2}}$
3	Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα.	$I_{sw} = \frac{U_{\Pi}}{2 \cdot \sqrt{(R_Y + R_{M/\Sigma})^2 + (X_Y + X_{M/\Sigma})^2}}$
4	Διφασικό βραχυκύκλωμα ως προς γη.	$I_{sw} = \frac{U_{\Pi}}{\sqrt{(2 \cdot R_Y + 2 \cdot R_{M/\Sigma} + R_{\Delta})^2 + (2 \cdot X_Y + 2 \cdot X_{M/\Sigma})^2}}$
5	Μονοφασικό βραχυκύκλωμα ως προς γη	$I_{sw} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{(R_Y + R_{M/\Sigma} + R_{\Delta} + R_T + R_{\gamma\eta\varsigma})^2 + (X_Y + X_{M/\Sigma})^2}}$
6	Βραχυκύκλωμα μεταξύ ουδετέρου και του υποκείμενου του αγωγού φάσης	$I_{sw} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{(2 \cdot R_Y + R_{M/\Sigma})^2 + (2 \cdot X_Y + X_{M/\Sigma})^2}}$

Πίνακας 1.3-5 : Σχέσεις υπολογισμού I_{sw} ανάλογα με το είδος του βραχυκυκλώματος.

- I_{sw} : Εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης.
 U_{Φ} : Φασική τάση.
 U_{Π} : Πολική τάση.
 R_Y, X_Y : Σύνθετη αντίσταση γραμμής μέχρι τη θέση του βραχυκυκλώματος
 $R_{M/\Sigma}, X_{M/\Sigma}$: Σύνθετη αντίσταση μετασχηματιστή χαμηλής τάσης.
 R_{Δ} : Αντίσταση διάβασης.
 R_T : Αντίσταση τόξου.
 $R_{\gamma\eta\varsigma}$: Αντίσταση γης.

ΙΣΧΥΣ (KVA)	ΑΣΦΑ- ΛΕΙΑ (A)	ΓΥΜΝΟΙ	ΓΥΜΝΟΙ	ΓΥΜΝΟΙ	ΓΥΜΝΟΙ	ΚΑΛΩΔΙΟ	ΚΑΛΩΔΙΟ
		ΑΙ 16 mm ²	ΑΙ 35 mm ²	ΑΙ 50 mm ²	ΑΙ 70 mm ²	ΑΙ 3x35+54,6 mm ²	ΑΙ 3x70+54,6 mm ²
ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΣΕ m							
15	25	1030 950					
	32	760 690					
25	32	850 770					
	40	660 580				1000 380	
50	50	560 480	1070 930			840 720	1190 1010
	63	440 360	830 690	1090 920		660 540	920 750
	80	330 250	630 490	830 660	1010 820	500 380	700 530
75	63	450 370	870 730	1140 970		680 560	930 780
	80	350 270	670 530	880 710	1080 880	530 410	740 570
	100	280 200	530 380	690 510	840 640	420 300	580 410
	125	220 140	410 270	530 360	650 450	330 210	450 290
100	63	440 380	890 750	1160 990		690 570	970 800
	80	360 280	690 550	900 730	1110 910	540 420	760 580
	100	280 210	540 400	710 530	870 670	430 310	600 430
	125	220 150	420 270	550 380	680 480	340 220	470 300
	160	170 90	320 180	420 240	510 310	260 140	360 190
150- 160- 200	80	370 290	710 570	940 760	1150 950	550 430	770 600
	100	300 210	570 420	740 560	910 710	440 320	610 440
	125	230 150	450 300	590 410	720 510	350 230	480 320
	160	180 100	330 200	450 270	560 340	270 150	370 210
	200		270 130	360 170	440 220	210 90	300 130
	250		210 70	280 90	340 110		230 70
250- 400	80	370 290	720 580	960 770	1170 970	560 440	780 610
	100	300 220	580 480	760 580	940 730	450 330	620 460
500- 630	125	240 160	460 310	600 420	740 540	360 240	500 330
	160	180 110	360 210	470 280	580 360	280 160	400 220
750- 1000	200		280 140	370 180	460 240	220 100	310 140
	250		230 80	300 100	360 140		250 80
	315			230 40	280 50		
	400				220		
	500						

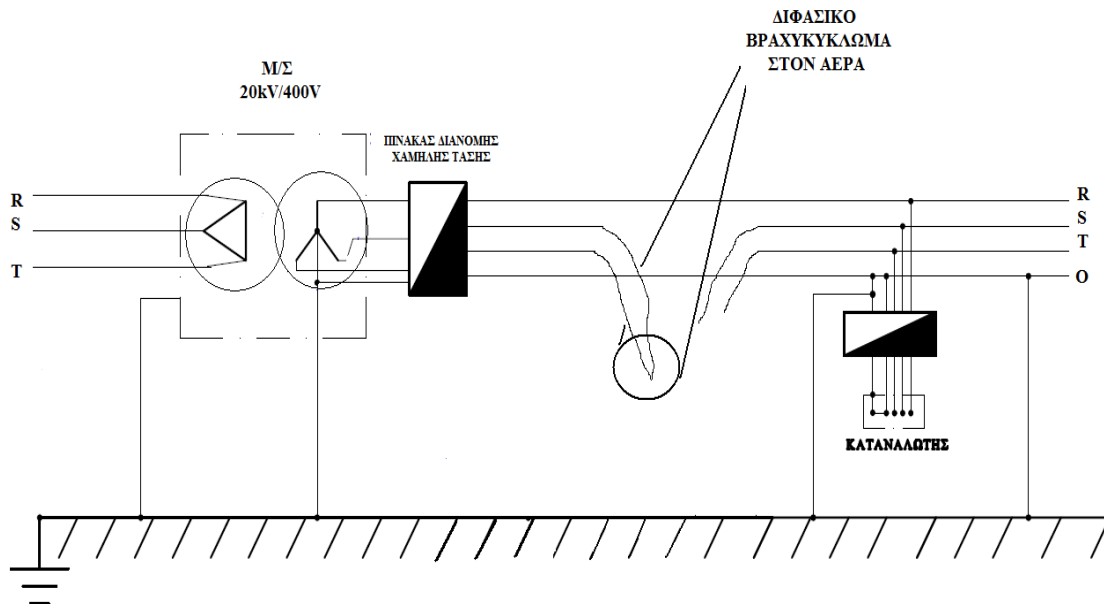
Πίνακας 1.3-6 : Τιμές ασφαλειών σε πίνακες χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η. ανάλογα με την ισχύ του μετασχηματιστή κατά τον κανονισμό ΟΔ-22/ΔΕΛ-ΤΤΕ Δ-4/ 4-7-88 της Δ.Ε.Η.

2. Σκοπός της εργασίας

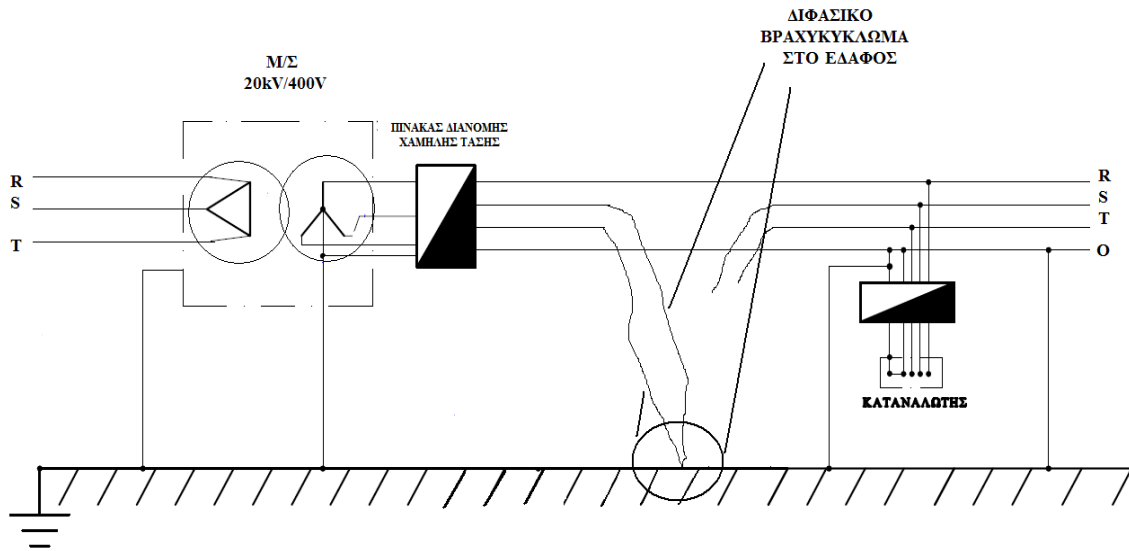
Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η περιγραφή και ανάλυση του προβλήματος της αποκοπής δυο αγωγών Al 16mm² γραμμής διανομής χαμηλής τάσης (400V, 230V) ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150kVA, 160kVA και 200kVA. Πιο συγκεκριμένα θα μελετηθεί αρχικά την περίπτωση διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή 2 αγωγών (οι 2 από τις 3 φάσεις του δικτύου) στο έδαφος ή στον αέρα. Στη συνέχεια θα μελετηθεί η περίπτωση αποκοπής 2 αγωγών και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_{δ} . Σε αυτό το σημείο θα εξεταστούν οι πιθανές επιπτώσεις για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Στα σχήματα 2-1, 2-2 και 2-3 δίνονται οι 3 περιπτώσεις επαφής των αγωγών που εξετάζονται.

Θα πρέπει να προσδιοριστούν:

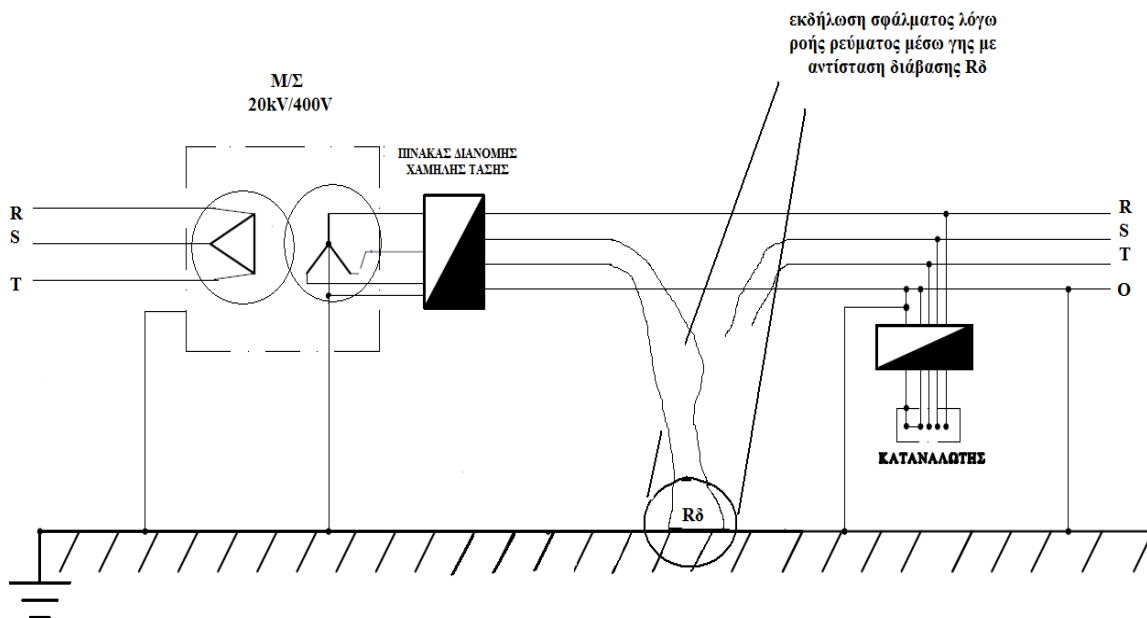
- Το **εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης** στην περίπτωση επαφής των δυο αγωγών στον αέρα ή στο έδαφος.
- Την **αύξηση της θερμοκρασίας** του αγωγού σε $^{\circ}\text{C}$ υπολογισμένη για χρόνο τήξης της ασφάλειας του αγωγού.
- Το **ρεύμα διαρροής** λόγω διφασικού σφάλματος ως προς γη σε περίπτωση αποκοπής δύο εκ των τριών φάσεων.
- Το **χρόνο αντίδρασης** που έχουν οι ασφάλειες του δικτύου (χρόνος τήξης).
- Το ενδεχόμενο να προκληθεί **φωτιά** (χρόνοι πρόκλησης πυρκαγιάς).
- Τον **κίνδυνο ηλεκτροπληξίας** του ανθρώπου.
- Τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να κάνουμε την εγκατάσταση μας ασφαλέστερη.



Σχήμα 2-1: Διφασικό βραχυκύκλωμα από αποκοπή και επαφή 2 αγωγών στον αέρα



Σχήμα 2-2: Διφασικό βραχυκύκλωμα από αποκοπή και επαφή 2 αγωγών στο έδαφος



Σχήμα 2-3: Αποκοπή δύο αγωγών στο έδαφος και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_{δ}

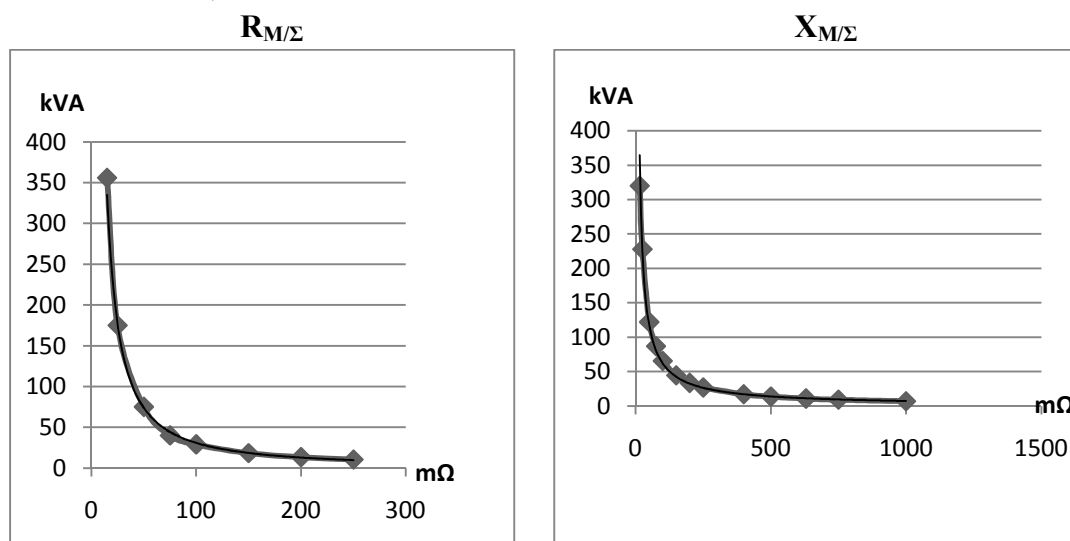
3. Αποτελέσματα των υπολογισμών λόγω αποκοπής 2 αγωγών Al 16mm² γραμμής διανομής χαμηλής τάσης (400V,230V) ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150kVA ή 160kVA ή 200kVA.

Οι υπολογισμοί γίνονται ως ακολούθως:

1) Αρχικά υπολογίζονται οι αντιστάσεις του μετασχηματιστή μέσης τάσης ($R_{M/\Sigma}$ και $X_{M/\Sigma}$).

Υπάρχουν τυποποιημένες τιμές για τις αντιστάσεις των μετασχηματιστών μέσης τάσης στη σελ. 31 του βιβλίου «Ασκήσεις Κτιριακών-Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων (Υποσταθμός μέσης τάσης, βραχυκύκλωμα-γειώσεις)» του Καθηγητή ΕΜΠ, Π. Δ. Μπούρκα.

- **M/Σ 150 kVA: $R_{M/\Sigma}=18,3 \text{ m}\Omega$, $X_{M/\Sigma}=44,5 \text{ m}\Omega$**
- **M/Σ 200 kVA: $R_{M/\Sigma}=13,4 \text{ m}\Omega$, $X_{M/\Sigma}=33,5 \text{ m}\Omega$**
- Για το **M/Σ 160 kVA** χρησιμοποιήσαμε τις χαρακτηριστικές $R_{M/\Sigma}=f(P_N)$ και $X_{M/\Sigma}=f(P_N)$ και προσεγγιστικά καταλήξαμε στις εξής τιμές : **$R_{M/\Sigma}=17,7 \text{ m}\Omega$, $X_{M/\Sigma}=40,7 \text{ m}\Omega$.**



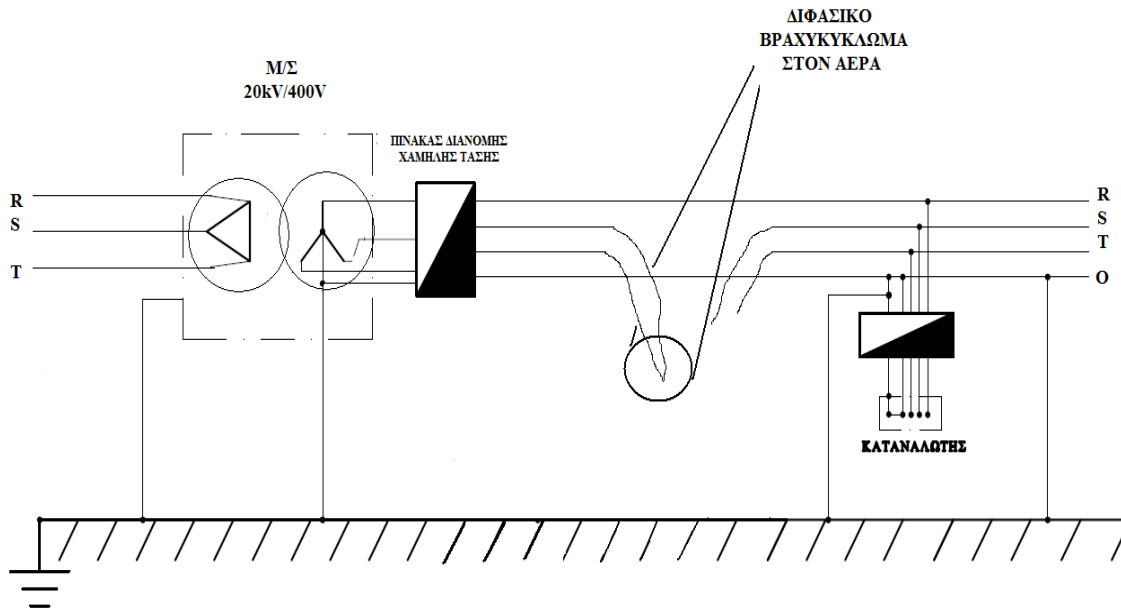
2) Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι αντιστάσεις της γραμμής χαμηλής τάσης (Al 16 mm²) $R_{\gamma\rho}$ και $X_{\gamma\rho}$. Και σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν τυποποιημένες οι τιμές στη σελ. 31 του βιβλίου «Ασκήσεις Κτιριακών-Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων (Υποσταθμός μέσης τάσης, βραχυκύκλωμα-γειώσεις)» του Καθηγητή ΕΜΠ, Π. Δ. Μπούρκα:

$$R_{\gamma\rho}=1140 \text{ m}\Omega/\text{km}$$

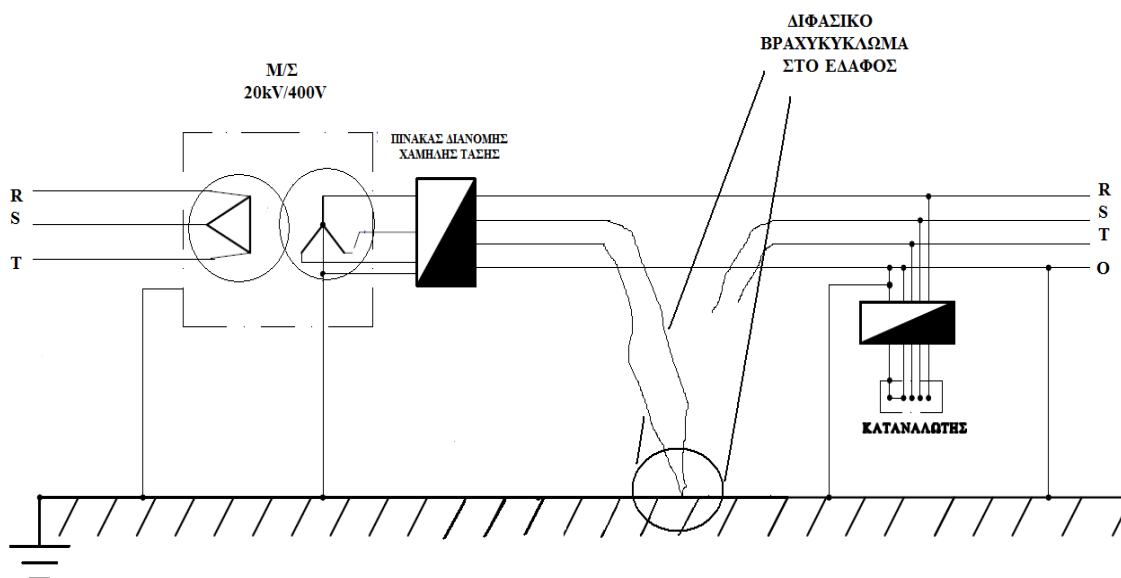
$$X_{\gamma\rho}=330 \text{ m}\Omega/\text{km}$$

Συνεπώς στους πίνακες που θα ακολουθήσουν γίνονται οι απαραίτητες αναγωγές ανάλογα με το μήκος της γραμμής ℓ .

3.1 Υπολογισμός της αποκοπής 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150kVA, 160kVA και 200kVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα)



Σχήμα 3.1-1: Διφασικό βραχυκύκλωμα από αποκοπή και επαφή 2 αγωγών στον αέρα



Σχήμα 3.1-2: Διφασικό βραχυκύκλωμα από αποκοπή και επαφή 2 αγωγών στο έδαφος

Στην περίπτωση επαφής των δυο αγωγών στον αέρα ή στο έδαφος δημιουργείται διφασικό βραχυκύκλωμα.

Το οριακό εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης I_{sw} υπολογίζεται από τον τύπο :

$$I_{sw} \leq \frac{U}{Z} = \frac{U}{2\sqrt{(R_{\gamma\rho} + R_{M/\Sigma})^2 + (X_{\gamma\rho} + X_{M/\Sigma})^2}}$$

U : πολική τάση (400V)

$R_{\gamma\rho}, X_{\gamma\rho}$: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω

$R_{M/\Sigma}, X_{M/\Sigma}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω

Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω

I_{sw} : εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης σε A

Στους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε η οριακή τιμή καθώς εξετάζουμε τη χειρότερη περίπτωση.

Για τον υπολογισμό του διαρκούς ρεύματος βραχυκύκλωσης I_d χρησιμοποιήθηκε ο προσεγγιστικός τύπος υπολογισμού: $I_d = \mu_d I_{sw}$

Όπου μ_d είναι ένας συντελεστής του οποίου η τιμή εξαρτάται από το πηλίκο I_{sw}/I_{N2} (I_{N2} το ονομαστικό ρεύμα του μετασχηματιστή) και I_d το διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης σε A. Το I_{N2} είναι: 216,5A για M/Σ 150 kVA , 230,9 A για M/Σ 160 kVA και 288,7 A για M/Σ 200 kVA.

$\Delta\Theta$: αύξηση της θερμοκρασίας του αγωγού σε $^{\circ}C$ υπολογισμένη για χρόνο τήξης της ασφάλειας που αναγράφεται στην τελευταία στήλη.

Για τον υπολογισμό της αύξηση της θερμοκρασίας $\Delta\Theta$ του αγωγού (σε $^{\circ}C$) χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω σχέση που δίνεται στο βιβλίο «**Ασκήσεις Κτιριακών-Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων (Υποσταθμός μέσης τάσης, βραχυκύκλωμα-γειώσεις)**» του Καθηγητή ΕΜΠ, Π. Δ. Μπούρκα:

$$\Delta\theta = \frac{\kappa}{A^2} I_d^2 \left[t + T(I_{sw} / I_d)^2 \right] \text{ σε } ^{\circ}C$$

κ : σταθερά του υλικού (για χαλκό $\kappa=0,0058$, για αλουμίνιο $\kappa= 0,0135$),

A : η διατομή του αγωγού σε mm^2

t : ο χρόνος σε sec από την εμφάνιση μέχρι τη διακοπή του βραχυκυκλώματος

T : ένας συντελεστής χρόνου (η τιμή του οποίου είναι για διφασικό βραχυκύκλωμα

$T= 0,6$ έως $0,25$). Η τιμή T μειώνεται με την απόσταση από τη θέση βραχυκύκλωσης.

Στους υπολογισμούς επιλέχθηκε $\kappa=0,0058$, $A=16 \text{ mm}^2$, $T=0,6$ η οποία είναι η μεγαλύτερη τιμή για το T (αφού εξετάζεται η χειρότερη περίπτωση) και το t υπολογίστηκε από τις χαρακτηριστικές τήξης των ασφαλειών αναλόγως του I_{sw} και του ονομαστικού ρεύματος της ασφάλειας.

Στους πίνακες που ακολουθούν ανάλογα με το μήκος l στο οποίο γίνεται η αποκοπή των δυο αγωγών επιλέχτηκε από τις δυνατές ασφάλειες της γραμμής η μεγαλύτερη η οποία και αναγράφεται στην τελευταία στήλη κάθε πίνακα έτσι ώστε να μελετηθεί η χειρότερη και πιο επικίνδυνη περίπτωση.

Ακολουθούν οι πίνακες και τα γραφήματα με τους αντίστοιχους υπολογισμούς (Πίνακες 3.1-1 έως 3.1-3, Γραφήματα 3.1-1α έως 3.1-3β).

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	Z σε Ω	I _{sw} σε A	I _d σε A	ΔΘ σε °C	ασφάλεια σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	0,096232	4156,63	1454,82	235,106766	160
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	0,112551	3553,946	1243,881	171,7313031	160
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	0,131155	3049,822	1067,438	126,8283643	160
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	0,151203	2645,445	925,9057	95,61978347	160
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	0,172192	2322,992	813,0471	74,10465852	160
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	0,193815	2063,821	804,8901	59,00146276	160
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	0,215883	1852,854	741,1418	48,16167699	160
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	0,238272	1678,755	688,2894	40,13478873	160
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	0,260899	1533,161	628,596	34,10176317	160
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	0,283707	1409,904	620,3578	29,72498379	160
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	0,306656	1304,391	573,9322	26,2633382	160
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	0,329717	1213,161	594,4491	24,73030789	160
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	0,352867	1133,571	555,4497	22,78013992	160
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	0,37609	1063,574	553,0584	22,51495362	160
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	0,399374	1001,567	520,8151	21,13387118	160
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	0,422708	946,2799	492,0656	20,8399102	160
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	0,446084	896,6917	466,2797	20,486281	160
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	0,469497	851,9763	494,1463	23,19984686	160
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	0,49294	811,4578	470,6455	23,40433658	160
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	0,51641	774,5782	449,2553	14,03180467	125
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	0,539903	740,8732	429,7064	13,63206364	125
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	0,563417	709,9535	411,773	13,68962886	125
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	0,586949	681,4905	395,2645	14,06522671	125
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	0,610496	655,2047	380,0187	14,29352733	125
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	0,634058	630,8574	422,6744	10,73267859	100
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	0,657632	608,2431	407,5229	10,86122284	100
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	0,681217	587,1843	393,4135	10,99881174	100
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	0,704813	567,5268	380,243	10,89710316	100
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	0,728417	549,1359	367,9211	11,09169515	100
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	0,75203	531,8937	356,3688	11,58579738	100
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	0,77565	515,6963	345,5165	11,90519017	100
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	0,799277	500,452	335,3028	5,951780724	80
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	0,822911	486,0793	325,6731	5,963260542	80
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	0,84655	472,5059	316,579	5,90735138	80
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	0,870195	459,6672	307,9771	5,977499188	80
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	0,893844	447,5054	299,8286	5,87923497	80
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	0,917498	435,9683	292,0988	6,024605931	80
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	0,941156	425,0093	297,5065	6,35580235	80

Πίνακας 3.1-1 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
I_{sw} : εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης σε A I_d : διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης σε A
ΔΘ : αύξηση της θερμοκρασίας του αγωγού σε °C υπολογισμένη για χρόνο τήξης της ασφάλειας που αναγράφεται στην τελευταία στήλη

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/ε} σε Ω	X _{M/ε} σε Ω	Z σε Ω	I _{sw} σε A	I _d σε A	ΔΘ σε °C	ασφάλεια σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	0,088764	4506,311	1577,209	276,3278529	160
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	0,105505	3791,301	1326,955	195,7949541	160
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	0,12454	3211,825	1124,139	140,6601181	160
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	0,144969	2759,219	965,7267	104,0214144	160
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	0,166278	2405,609	841,9631	79,30883885	160
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	0,188169	2125,744	829,0403	62,59516816	160
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	0,210461	1900,589	760,2358	50,34785875	160
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	0,233038	1716,457	703,7476	41,67727116	160
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	0,255825	1563,568	687,97	35,48514756	160
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	0,278771	1434,872	631,3437	30,69679462	160
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	0,301838	1325,213	649,3544	27,88557643	160
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	0,325002	1230,761	603,0728	24,87623837	160
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	0,348243	1148,622	597,2837	23,47124711	160
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	0,371547	1076,58	559,8217	22,25243011	160
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	0,394902	1012,909	526,7129	20,9866904	160
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	0,4183	956,2514	497,2507	20,69322278	160
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	0,441734	905,5221	525,2028	22,80170215	160
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	0,465199	859,8474	498,7115	22,47533917	160
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	0,48869	818,5152	474,7388	23,66002592	160
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	0,512203	780,9399	452,9452	13,9378734	125
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	0,535736	746,6358	433,0488	13,71749056	125
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	0,559287	715,1967	414,8141	13,95105457	125
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	0,582852	686,2805	459,8079	16,29386881	125
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	0,606431	659,5971	441,9301	16,48951962	125
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	0,630021	634,8992	425,3825	10,93213944	100
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	0,653622	611,9742	410,0227	11,18532907	100
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	0,677233	590,6389	395,728	10,82703053	100
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	0,700852	570,7341	382,3919	11,15313347	100
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	0,724478	552,1214	369,9213	11,21262609	100
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	0,748112	534,6794	358,2352	11,25680254	100
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	0,771752	518,3014	347,2619	11,97113112	100
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	0,795397	502,8933	336,9385	6,035713018	80
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	0,819048	488,3718	327,2091	5,910485613	80
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	0,842704	474,6627	318,024	5,801002188	80
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	0,866364	461,6999	323,1899	6,163484264	80
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	0,890028	449,4242	314,5969	6,221286032	80
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	0,913695	437,7826	306,4478	6,349963533	80
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	0,937367	426,7273	298,7091	6,235458194	80

Πίνακας 3.1-2 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω

R_{M/ε}, X_{M/ε} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω

I_{sw} : εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης σε A I_d : διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης σε A

ΔΘ : αύξηση της θερμοκρασίας του αγωγού σε °C υπολογισμένη για χρόνο τήξης της ασφάλειας που αναγράφεται στην τελευταία στήλη.

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Ζ} σε Ω	X _{M/Ζ} σε Ω	Z σε Ω	I _{sw} σε A	I _d σε A	ΔΘ σε °C	ασφάλεια σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	0,072161	5543,144	1940,101	417,687681	160
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	0,088753	4506,883	1577,409	276,3980125	160
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	0,108045	3702,149	1295,752	186,6950457	160
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	0,12883	3104,856	1086,7	131,446896	160
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	0,150491	2657,965	1036,606	96,6454692	160
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	0,172698	2316,18	926,4722	73,89862878	160
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	0,195265	2048,496	839,8832	58,24254882	160
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	0,218081	1834,183	807,0406	47,5770198	160
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	0,241074	1659,241	813,0283	39,97065257	160
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	0,264199	1514,012	741,8658	34,27733121	160
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	0,287423	1391,677	723,6718	30,36201503	160
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	0,310725	1287,313	669,4026	27,19724677	160
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	0,334088	1197,29	622,591	24,66808106	160
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	0,3575	1118,882	648,9515	24,46026824	160
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	0,380952	1050,001	609,0007	23,68403726	160
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	0,404437	989,0287	573,6367	23,06347384	160
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	0,42795	934,6883	542,1192	22,39653509	160
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	0,451486	885,9624	513,8582	22,42552615	160
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	0,475043	842,0297	564,1599	27,34104231	160
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	0,498616	802,2208	537,4879	15,84995301	125
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	0,522204	765,9844	513,2096	15,94222888	125
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	0,545805	732,8629	491,0182	15,84969017	125
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	0,569417	702,4732	470,6571	16,04299916	125
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	0,593039	674,4923	451,9098	16,61803248	125
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	0,616669	648,6458	434,5927	11,06833198	100
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	0,640308	624,6994	418,5486	10,78215696	100
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	0,663953	602,4519	403,6428	10,80303715	100
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	0,687605	581,7292	389,7586	10,91585862	100
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	0,711262	562,3803	393,6662	11,61997967	100
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	0,734925	544,2733	380,9913	12,133456	100
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	0,758592	527,2928	369,1049	12,08266897	100
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	0,782263	511,3369	357,9359	6,355377524	80
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	0,805938	496,316	347,4212	6,28828501	80
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	0,829617	482,1504	337,5053	6,244145776	80
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	0,853298	468,7693	328,1385	6,195107109	80
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	0,876983	456,1092	364,8874	7,337676562	80
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	0,90067	444,1137	355,291	7,17128991	80
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	0,92436	432,7318	346,1854	7,432924614	80

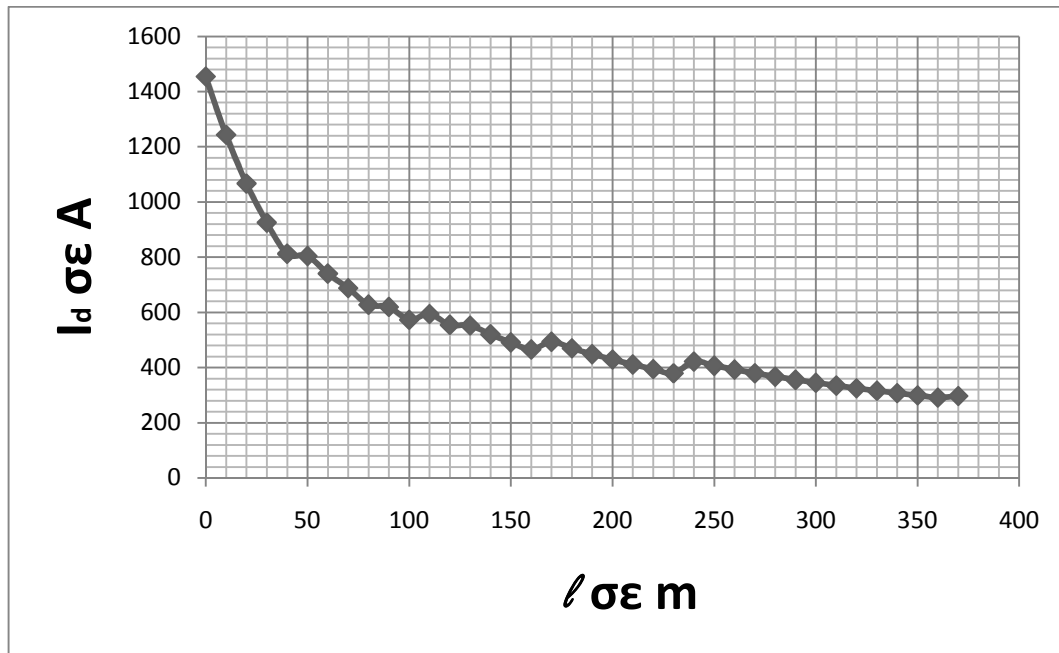
Πίνακας 3.1-3 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω

R_{MΣ}, X_{MΣ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω

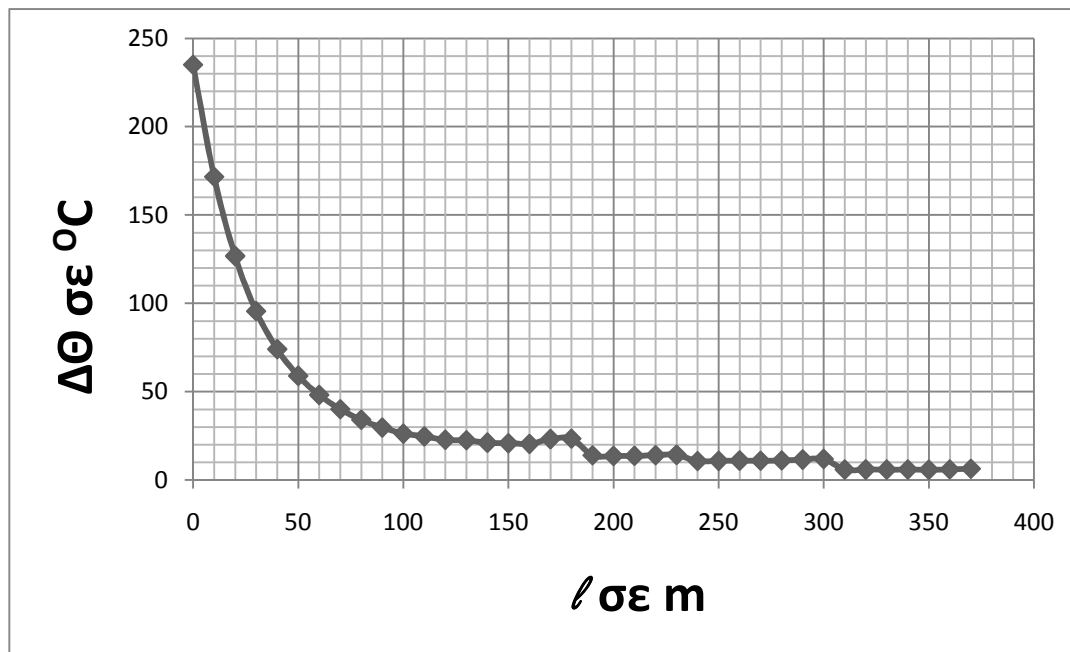
I_{sw} : εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης σε A I_d : διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης σε A

ΔΘ : αύξηση της θερμοκρασίας του αγωγού σε °C υπολογισμένη για χρόνο τήξης της ασφάλειας που αναγράφεται στην τελευταία στήλη.



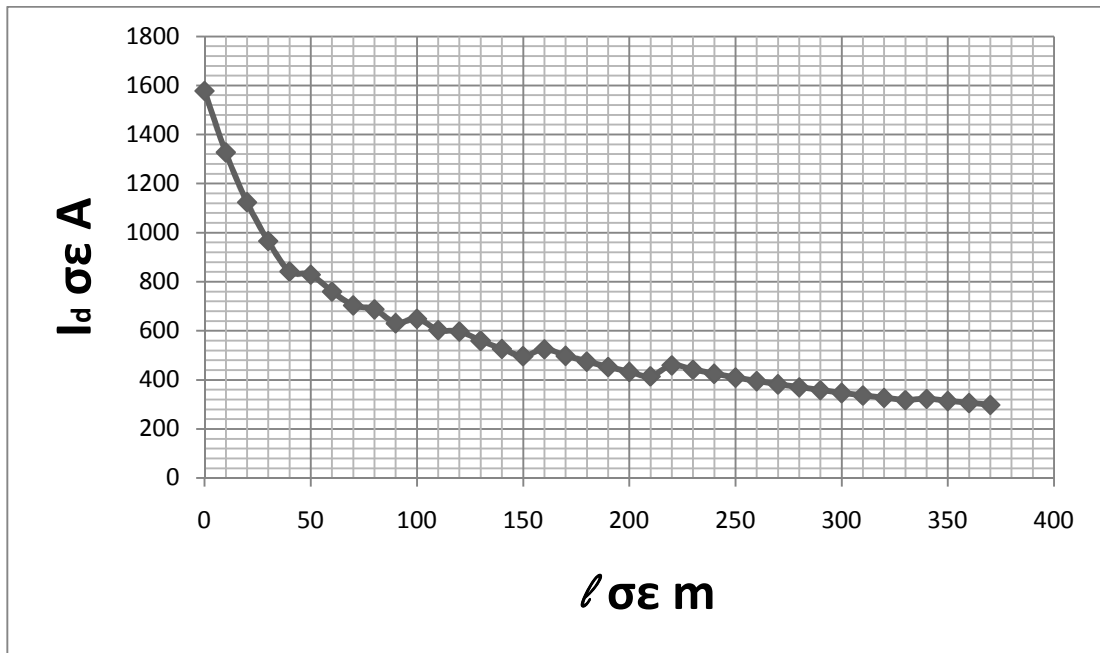
Γράφημα 3.1-1α : $I_d=f(l)$

Χαρακτηριστική διαρκούς ρεύματος βραχυκύκλωσης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).



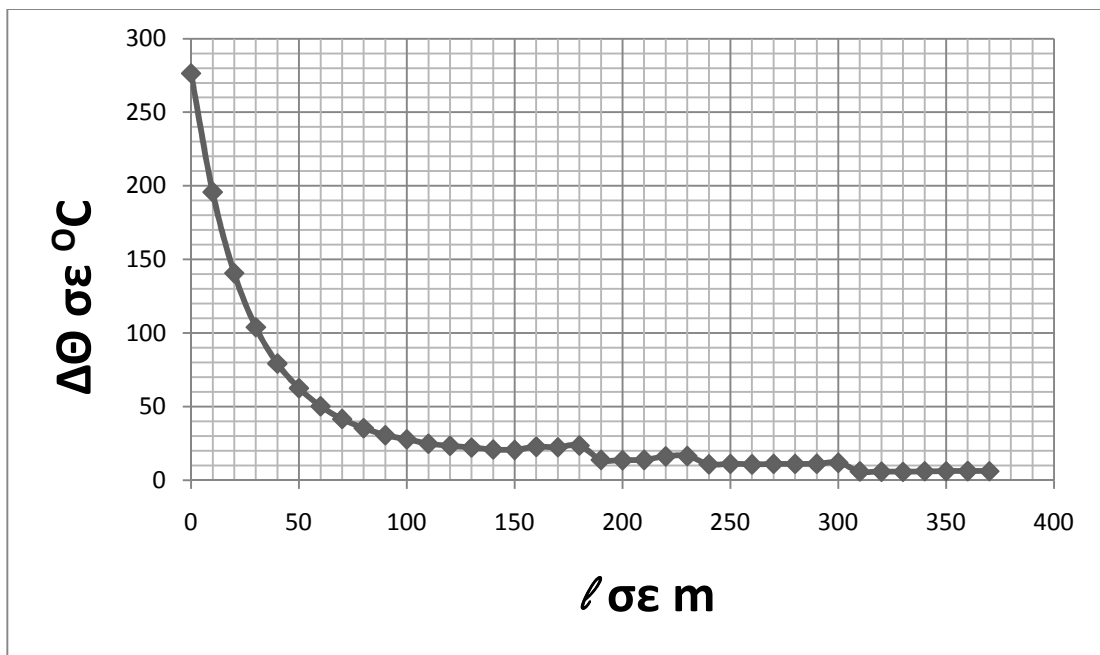
Γράφημα 3.1-1β : $\Delta\Theta=f(l)$

Χαρακτηριστική αύξησης θερμοκρασίας αγωγού κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).



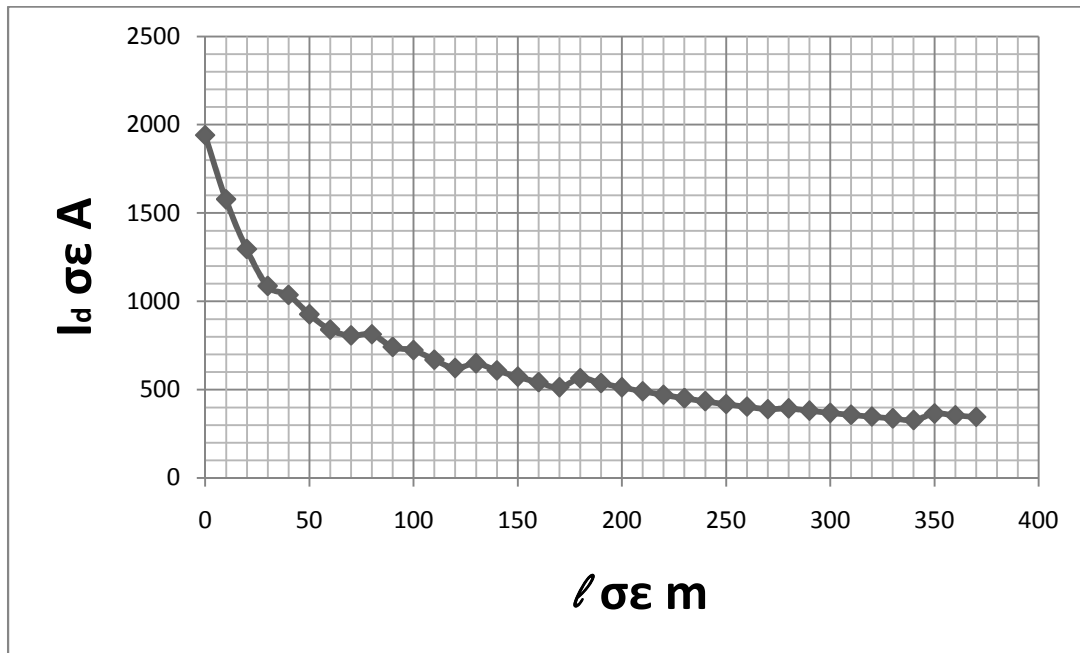
Γράφημα 3.1-2α : $I_d=f(l)$

Χαρακτηριστική διαρκούς ρεύματος βραχυκύκλωσης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).



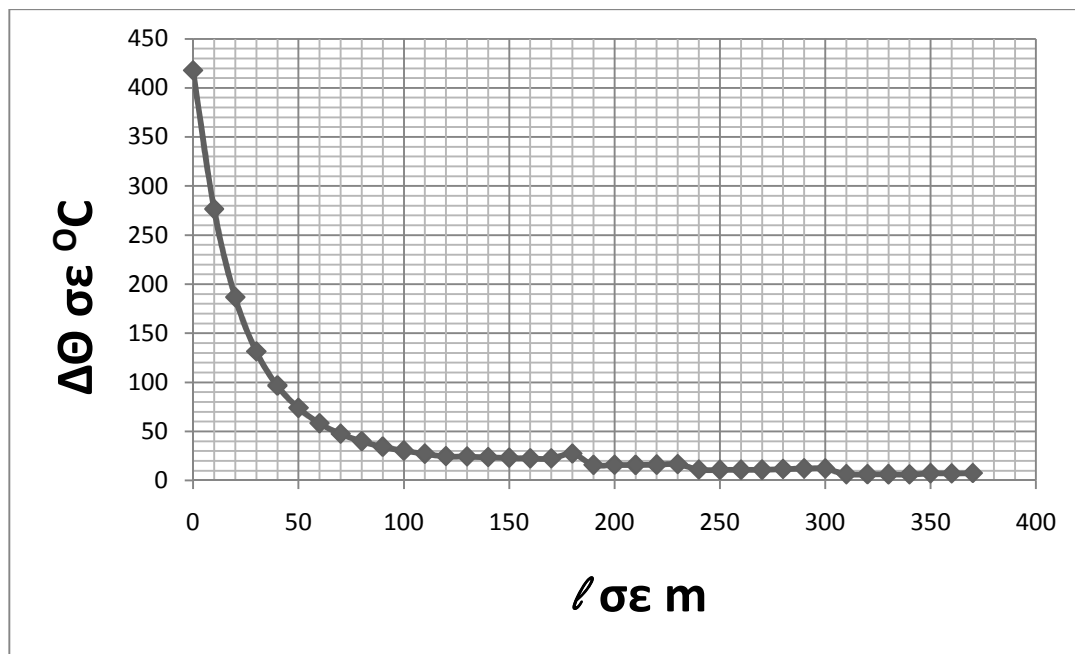
Γράφημα 3.1-2β : $\Delta\Theta=f(l)$

Χαρακτηριστική αύξησης θερμοκρασίας αγωγού κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).



Γράφημα 3.1-3α : $I_d=f(l)$

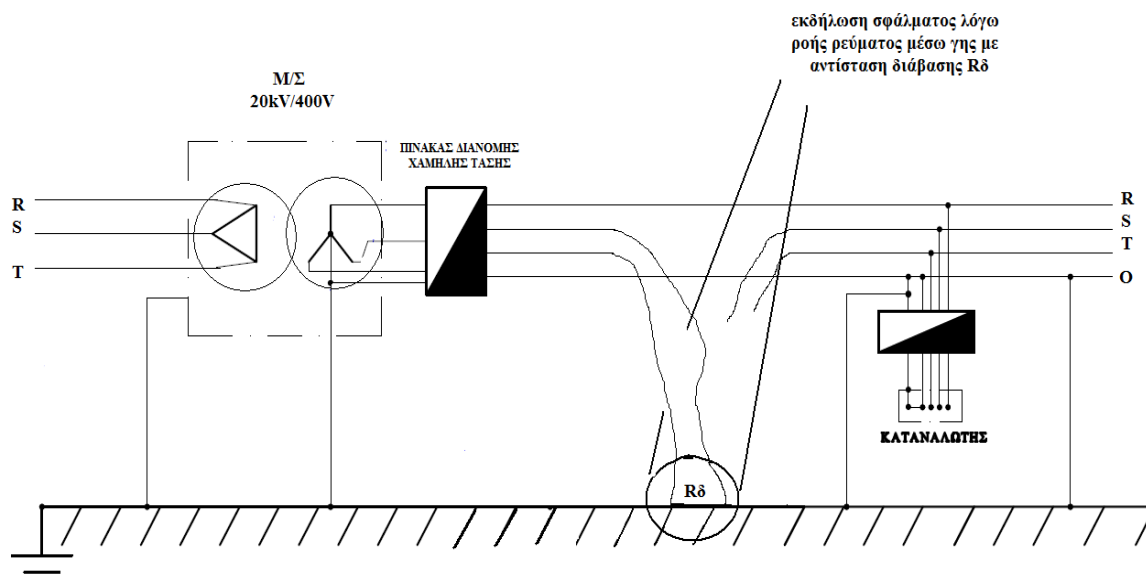
Χαρακτηριστική διαρκούς ρεύματος βραχυκύκλωσης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).



Γράφημα 3.1-3β : $\Delta\Theta=f(l)$

Χαρακτηριστική αύξησης θερμοκρασίας αγωγού κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα).

3.2 Υπολογισμός της αποκοπής 2 αγωγών και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_{δ}



Αποκοπή δύο αγωγών στο έδαφος και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_{δ} .

Κατά την αποκοπή δύο αγωγών στο έδαφος δημιουργείται σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_{δ} .

Το οριακό ρεύμα διάβασης υπολογίζεται από τον τύπο :

$$I \leq \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{(2R_{\gamma\rho} + 2R_{M/\Sigma} + R_{\delta})^2 + (2X_{\gamma\rho} + 2X_{M/\Sigma})^2}}$$

U : πολική τάση (0,4kV)

$R_{\gamma\rho}$, $X_{\gamma\rho}$: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω

$R_{M/\Sigma}$, $X_{M/\Sigma}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω

R_{δ} : αντίσταση διάβασης σε Ω (0,1 , 1 , 2 , 3 , 5 , 10 , 50 , 100 , 200 , 500 , 1000 , 2000 , 3000 Ω)

Στους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε η οριακή τιμή καθώς εξετάζουμε τη χειρότερη περίπτωση.

Ακολουθούν οι πίνακες και τα γραφήματα με τους αντίστοιχους υπολογισμούς (3.2-1 έως 3.2-39).

l σε m	$R_{γρ}$ σε Ω	$X_{γρ}$ σε Ω	$R_{M/Σ}$ σε Ω	$X_{M/Σ}$ σε Ω	$R_δ$ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	0,1	0,163035	2453,454
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	0,1	0,18587	2152,04
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	0,1	0,208906	1914,738
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	0,1	0,232083	1723,523
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	0,1	0,255362	1566,401
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	0,1	0,278719	1435,136
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	0,1	0,302135	1323,912
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	0,1	0,325597	1228,512
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	0,1	0,349096	1145,816
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	0,1	0,372626	1073,464
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	0,1	0,396179	1009,643
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	0,1	0,419754	952,9394
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	0,1	0,443346	902,2308
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	0,1	0,466952	856,6194
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	0,1	0,490571	815,3769
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	0,1	0,5142	777,907
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	0,1	0,537839	743,7166
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	0,1	0,561486	712,3947
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	0,1	0,585141	683,5961
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	0,1	0,608802	657,0285
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	0,1	0,632468	632,4431
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	0,1	0,656139	609,6265
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	0,1	0,679815	588,3951
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	0,1	0,703495	568,5894
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	0,1	0,727179	550,0709
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	0,1	0,750866	532,7183
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	0,1	0,774556	516,425
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	0,1	0,798249	501,0971
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	0,1	0,821944	486,6513
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	0,1	0,845641	473,0139
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	0,1	0,869341	460,1188
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	0,1	0,893042	447,9071
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	0,1	0,916746	436,3261
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	0,1	0,940451	425,3281
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	0,1	0,964157	414,8702
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	0,1	0,987865	404,9136
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	0,1	1,011574	395,4233
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	0,1	1,035285	386,3672

Πίνακας 3.2-1 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 0,1 Ω**.

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m $R_{γρ}, X_{γρ}$: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
 $R_{M/Σ}, X_{M/Σ}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
 $R_δ$: αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

ℓ σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	1	1,040414	384,4625
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	1	1,063705	376,0442
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	1	1,087015	367,9802
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	1	1,110343	360,2489
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	1	1,133689	352,8306
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	1	1,15705	345,7068
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	1	1,180426	338,8607
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	1	1,203816	332,2766
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	1	1,22722	325,94
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	1	1,250636	319,8373
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	1	1,274064	313,9561
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	1	1,297503	308,2845
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	1	1,320952	302,8118
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	1	1,344412	297,5278
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	1	1,367881	292,423
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	1	1,39136	287,4886
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	1	1,414847	282,7161
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	1	1,438342	278,098
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	1	1,461845	273,6269
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	1	1,485355	269,2959
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	1	1,508872	265,0986
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	1	1,532396	261,0291
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	1	1,555927	257,0815
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	1	1,579464	253,2505
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	1	1,603006	249,5311
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	1	1,626555	245,9186
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	1	1,650108	242,4084
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	1	1,673667	238,9962
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	1	1,697231	235,6781
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	1	1,720799	232,4502
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	1	1,744372	229,3089
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	1	1,767949	226,2508
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	1	1,791531	223,2727
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	1	1,815116	220,3716
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	1	1,838706	217,5443
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	1	1,862299	214,7883
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	1	1,885896	212,1008
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	1	1,909496	209,4794

Πίνακας 3.2-2 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 1 Ω**.

ℓ : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R_{yp} σε Ω	X_{yp} σε Ω	$R_{M/\Sigma}$ σε Ω	$X_{M/\Sigma}$ σε Ω	R_{δ} σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	2	2,038544	196,2185
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	2	2,061618	194,0224
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	2	2,084707	191,8735
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	2	2,10781	189,7704
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	2	2,130927	187,7117
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	2	2,154058	185,6961
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	2	2,177201	183,7221
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	2	2,200358	181,7886
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	2	2,223526	179,8944
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	2	2,246706	178,0384
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	2	2,269898	176,2194
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	2	2,293101	174,4363
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	2	2,316315	172,6881
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	2	2,339539	170,9738
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	2	2,362774	169,2926
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	2	2,386018	167,6433
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	2	2,409272	166,0253
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	2	2,432535	164,4375
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	2	2,455807	162,8792
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	2	2,479088	161,3496
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	2	2,502378	159,848
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	2	2,525676	158,3734
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	2	2,548982	156,9254
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	2	2,572296	155,5031
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	2	2,595617	154,1059
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	2	2,618946	152,7332
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	2	2,642282	151,3843
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	2	2,665626	150,0586
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	2	2,688976	148,7555
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	2	2,712333	147,4745
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	2	2,735696	146,2151
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	2	2,759066	144,9766
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	2	2,782442	143,7586
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	2	2,805824	142,5606
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	2	2,829212	141,3821
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	2	2,852605	140,2227
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	2	2,876005	139,0818
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	2	2,899409	137,9591

Πίνακας 3.2-3 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **$R_{\delta} = 2 \Omega$** .

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{yp}, X_{yp} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
 $R_{M/\Sigma}, X_{M/\Sigma}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
 R_{δ} : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	3	3,037904	131,6697
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	3	3,060893	130,6808
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	3	3,083894	129,7061
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	3	3,106906	128,7455
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	3	3,129928	127,7985
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	3	3,152961	126,8649
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	3	3,176005	125,9444
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	3	3,199058	125,0368
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	3	3,222122	124,1418
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	3	3,245195	123,2592
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	3	3,268278	122,3886
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	3	3,29137	121,53
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	3	3,314471	120,6829
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	3	3,337581	119,8473
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	3	3,360699	119,0228
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	3	3,383827	118,2094
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	3	3,406962	117,4066
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	3	3,430106	116,6145
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	3	3,453258	115,8326
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	3	3,476418	115,061
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	3	3,499585	114,2993
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	3	3,52276	113,5473
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	3	3,545943	112,805
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	3	3,569132	112,0721
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	3	3,592329	111,3484
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	3	3,615533	110,6338
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	3	3,638744	109,928
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	3	3,661961	109,2311
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	3	3,685185	108,5427
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	3	3,708416	107,8628
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	3	3,731653	107,1911
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	3	3,754896	106,5276
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	3	3,778145	105,8721
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	3	3,801401	105,2244
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	3	3,824662	104,5844
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	3	3,847929	103,952
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	3	3,871202	103,3271
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	3	3,89448	102,7095

Πίνακας 3.2-4 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 3 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	5	5,037386	79,40626
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	5	5,060303	79,04665
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	5	5,083227	78,69016
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	5	5,106159	78,33677
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	5	5,129098	77,98642
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	5	5,152045	77,63908
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	5	5,174998	77,29471
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	5	5,197959	76,95329
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	5	5,220926	76,61476
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	5	5,2439	76,2791
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	5	5,266881	75,94627
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	5	5,289869	75,61624
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	5	5,312863	75,28897
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	5	5,335864	74,96443
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	5	5,358871	74,64259
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	5	5,381885	74,32341
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	5	5,404904	74,00686
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	5	5,42793	73,69291
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	5	5,450962	73,38154
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	5	5,474	73,0727
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	5	5,497044	72,76638
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	5	5,520094	72,46253
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	5	5,54315	72,16114
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	5	5,566211	71,86217
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	5	5,589278	71,56559
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	5	5,612351	71,27138
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	5	5,635429	70,97952
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	5	5,658512	70,68996
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	5	5,681601	70,40269
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	5	5,704695	70,11768
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	5	5,727795	69,8349
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	5	5,750899	69,55434
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	5	5,774009	69,27595
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	5	5,797124	68,99973
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	5	5,820244	68,72564
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	5	5,843369	68,45367
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	5	5,866498	68,18377
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	5	5,889633	67,91595

Πίνακας 3.2-5 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 5 Ω**.

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	$R_{γρ}$ σε Ω	$X_{γρ}$ σε Ω	$R_{M/Σ}$ σε Ω	$X_{M/Σ}$ σε Ω	$R_δ$ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	10	10,03699	39,85257
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	10	10,05985	39,76201
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	10	10,08272	39,67184
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	10	10,10559	39,58207
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	10	10,12846	39,49269
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	10	10,15133	39,40369
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	10	10,17421	39,31508
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	10	10,1971	39,22685
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	10	10,21998	39,13901
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	10	10,24288	39,05154
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	10	10,26577	38,96444
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	10	10,28867	38,87772
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	10	10,31157	38,79137
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	10	10,33448	38,70539
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	10	10,35739	38,61977
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	10	10,3803	38,53452
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	10	10,40322	38,44963
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	10	10,42614	38,3651
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	10	10,44907	38,28093
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	10	10,472	38,19712
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	10	10,49493	38,11365
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	10	10,51786	38,03054
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	10	10,5408	37,94778
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	10	10,56374	37,86536
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	10	10,58669	37,78329
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	10	10,60964	37,70156
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	10	10,63259	37,62017
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	10	10,65555	37,53912
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	10	10,67851	37,45841
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	10	10,70147	37,37803
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	10	10,72444	37,29798
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	10	10,74741	37,21827
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	10	10,77038	37,13888
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	10	10,79336	37,05982
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	10	10,81634	36,98108
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	10	10,83932	36,90267
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	10	10,86231	36,82458
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	10	10,8853	36,7468

Πίνακας 3.2-6 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_δ = 10 \Omega$.

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m $R_{γρ}, X_{γρ}$: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
 $R_{M/Σ}, X_{M/Σ}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
 $R_δ$: αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	$R_{γρ}$ σε Ω	$X_{γρ}$ σε Ω	$R_{M/Σ}$ σε Ω	$X_{M/Σ}$ σε Ω	$R_δ$ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	50	50,03668	7,994136
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	50	50,05949	7,990493
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	50	50,0823	7,986853
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	50	50,10512	7,983216
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	50	50,12793	7,979583
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	50	50,15075	7,975953
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	50	50,17356	7,972326
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	50	50,19638	7,968702
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	50	50,2192	7,965081
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	50	50,24202	7,961463
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	50	50,26484	7,957849
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	50	50,28766	7,954238
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	50	50,31048	7,95063
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	50	50,3333	7,947025
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	50	50,35613	7,943423
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	50	50,37895	7,939824
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	50	50,40178	7,936228
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	50	50,4246	7,932636
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	50	50,44743	7,929046
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	50	50,47026	7,92546
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	50	50,49308	7,921877
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	50	50,51591	7,918297
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	50	50,53874	7,91472
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	50	50,56157	7,911146
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	50	50,5844	7,907575
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	50	50,60724	7,904008
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	50	50,63007	7,900443
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	50	50,6529	7,896882
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	50	50,67574	7,893323
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	50	50,69858	7,889768
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	50	50,72141	7,886216
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	50	50,74425	7,882667
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	50	50,76709	7,87912
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	50	50,78993	7,875577
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	50	50,81277	7,872037
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	50	50,83561	7,8685
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	50	50,85845	7,864967
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	50	50,88129	7,861436

Πίνακας 3.2-7 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 50 Ω**.

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m $R_{γρ}, X_{γρ}$: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
 $R_{M/Σ}, X_{M/Σ}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
 $R_δ$: αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	100	100,0366	3,998535
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	100	100,0594	3,997624
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	100	100,0823	3,996713
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	100	100,1051	3,995802
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	100	100,1279	3,994892
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	100	100,1507	3,993982
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	100	100,1735	3,993073
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	100	100,1963	3,992164
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	100	100,2191	3,991255
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	100	100,2419	3,990347
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	100	100,2647	3,989439
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	100	100,2875	3,988532
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	100	100,3103	3,987625
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	100	100,3332	3,986718
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	100	100,356	3,985812
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	100	100,3788	3,984906
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	100	100,4016	3,984001
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	100	100,4244	3,983096
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	100	100,4472	3,982191
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	100	100,47	3,981287
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	100	100,4928	3,980383
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	100	100,5157	3,97948
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	100	100,5385	3,978576
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	100	100,5613	3,977674
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	100	100,5841	3,976772
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	100	100,6069	3,97587
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	100	100,6297	3,974968
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	100	100,6526	3,974067
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	100	100,6754	3,973166
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	100	100,6982	3,972266
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	100	100,721	3,971366
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	100	100,7438	3,970467
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	100	100,7666	3,969567
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	100	100,7895	3,968669
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	100	100,8123	3,96777
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	100	100,8351	3,966872
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	100	100,8579	3,965975
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	100	100,8808	3,965078

Πίνακας 3.2-8 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 100 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	200	200,0366	1,999634
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	200	200,0594	1,999406
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	200	200,0822	1,999178
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	200	200,105	1,99895
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	200	200,1278	1,998722
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	200	200,1506	1,998495
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	200	200,1734	1,998267
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	200	200,1962	1,998039
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	200	200,2191	1,997812
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	200	200,2419	1,997584
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	200	200,2647	1,997357
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	200	200,2875	1,997129
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	200	200,3103	1,996902
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	200	200,3331	1,996675
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	200	200,3559	1,996448
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	200	200,3787	1,99622
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	200	200,4015	1,995993
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	200	200,4243	1,995766
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	200	200,4471	1,995539
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	200	200,4699	1,995312
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	200	200,4927	1,995085
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	200	200,5155	1,994858
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	200	200,5383	1,994631
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	200	200,5611	1,994404
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	200	200,584	1,994177
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	200	200,6068	1,993951
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	200	200,6296	1,993724
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	200	200,6524	1,993497
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	200	200,6752	1,993271
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	200	200,698	1,993044
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	200	200,7208	1,992818
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	200	200,7436	1,992591
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	200	200,7664	1,992365
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	200	200,7892	1,992139
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	200	200,812	1,991912
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	200	200,8349	1,991686
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	200	200,8577	1,99146
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	200	200,8805	1,991234

Πίνακας 3.2-9 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 200 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

ℓ σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	500	500,0366	0,799941
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	500	500,0594	0,799905
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	500	500,0822	0,799868
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	500	500,105	0,799832
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	500	500,1278	0,799796
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	500	500,1506	0,799759
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	500	500,1734	0,799723
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	500	500,1962	0,799686
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	500	500,219	0,79965
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	500	500,2418	0,799613
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	500	500,2646	0,799577
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	500	500,2874	0,79954
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	500	500,3102	0,799504
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	500	500,333	0,799468
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	500	500,3558	0,799431
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	500	500,3786	0,799395
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	500	500,4014	0,799358
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	500	500,4242	0,799322
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	500	500,447	0,799285
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	500	500,4698	0,799249
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	500	500,4926	0,799213
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	500	500,5155	0,799176
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	500	500,5383	0,79914
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	500	500,5611	0,799103
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	500	500,5839	0,799067
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	500	500,6067	0,799031
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	500	500,6295	0,798994
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	500	500,6523	0,798958
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	500	500,6751	0,798921
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	500	500,6979	0,798885
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	500	500,7207	0,798849
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	500	500,7435	0,798812
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	500	500,7663	0,798776
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	500	500,7891	0,798739
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	500	500,8119	0,798703
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	500	500,8347	0,798667
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	500	500,8575	0,79863
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	500	500,8803	0,798594

Πίνακας 3.2-10 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 500 Ω**.

ℓ : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	1000	1000,037	0,399985
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	1000	1000,059	0,399976
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	1000	1000,082	0,399967
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	1000	1000,105	0,399958
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	1000	1000,128	0,399949
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	1000	1000,151	0,39994
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	1000	1000,173	0,399931
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	1000	1000,196	0,399922
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	1000	1000,219	0,399912
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	1000	1000,242	0,399903
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	1000	1000,265	0,399894
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	1000	1000,287	0,399885
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	1000	1000,31	0,399876
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	1000	1000,333	0,399867
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	1000	1000,356	0,399858
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	1000	1000,379	0,399849
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	1000	1000,401	0,399839
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	1000	1000,424	0,39983
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	1000	1000,447	0,399821
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	1000	1000,47	0,399812
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	1000	1000,493	0,399803
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	1000	1000,515	0,399794
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	1000	1000,538	0,399785
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	1000	1000,561	0,399776
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	1000	1000,584	0,399767
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	1000	1000,607	0,399757
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	1000	1000,629	0,399748
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	1000	1000,652	0,399739
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	1000	1000,675	0,39973
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	1000	1000,698	0,399721
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	1000	1000,721	0,399712
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	1000	1000,743	0,399703
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	1000	1000,766	0,399694
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	1000	1000,789	0,399685
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	1000	1000,812	0,399676
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	1000	1000,835	0,399666
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	1000	1000,857	0,399657
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	1000	1000,88	0,399648

Πίνακας 3.2-11 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 1000 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	2000	2000,037	0,199996
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	2000	2000,059	0,199994
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	2000	2000,082	0,199992
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	2000	2000,105	0,19999
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	2000	2000,128	0,199987
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	2000	2000,151	0,199985
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	2000	2000,173	0,199983
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	2000	2000,196	0,19998
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	2000	2000,219	0,199978
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	2000	2000,242	0,199976
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	2000	2000,265	0,199974
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	2000	2000,287	0,199971
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	2000	2000,31	0,199969
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	2000	2000,333	0,199967
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	2000	2000,356	0,199964
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	2000	2000,379	0,199962
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	2000	2000,401	0,19996
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	2000	2000,424	0,199958
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	2000	2000,447	0,199955
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	2000	2000,47	0,199953
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	2000	2000,493	0,199951
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	2000	2000,515	0,199948
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	2000	2000,538	0,199946
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	2000	2000,561	0,199944
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	2000	2000,584	0,199942
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	2000	2000,607	0,199939
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	2000	2000,629	0,199937
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	2000	2000,652	0,199935
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	2000	2000,675	0,199933
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	2000	2000,698	0,19993
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	2000	2000,721	0,199928
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	2000	2000,743	0,199926
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	2000	2000,766	0,199923
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	2000	2000,789	0,199921
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	2000	2000,812	0,199919
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	2000	2000,835	0,199917
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	2000	2000,857	0,199914
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	2000	2000,88	0,199912

Πίνακας 3.2-12 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 2000 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

ℓ σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0183	0,0445	3000	3000,037	0,133332
10	0,0114	0,0033	0,0183	0,0445	3000	3000,059	0,133331
20	0,0228	0,0066	0,0183	0,0445	3000	3000,082	0,133333
30	0,0342	0,0099	0,0183	0,0445	3000	3000,105	0,133329
40	0,0456	0,0132	0,0183	0,0445	3000	3000,128	0,133328
50	0,057	0,0165	0,0183	0,0445	3000	3000,151	0,133327
60	0,0684	0,0198	0,0183	0,0445	3000	3000,173	0,133326
70	0,0798	0,0231	0,0183	0,0445	3000	3000,196	0,133325
80	0,0912	0,0264	0,0183	0,0445	3000	3000,219	0,133324
90	0,1026	0,0297	0,0183	0,0445	3000	3000,242	0,133323
100	0,114	0,033	0,0183	0,0445	3000	3000,265	0,133322
110	0,1254	0,0363	0,0183	0,0445	3000	3000,287	0,133321
120	0,1368	0,0396	0,0183	0,0445	3000	3000,31	0,13332
130	0,1482	0,0429	0,0183	0,0445	3000	3000,333	0,133319
140	0,1596	0,0462	0,0183	0,0445	3000	3000,356	0,133318
150	0,171	0,0495	0,0183	0,0445	3000	3000,379	0,133317
160	0,1824	0,0528	0,0183	0,0445	3000	3000,401	0,133315
170	0,1938	0,0561	0,0183	0,0445	3000	3000,424	0,133314
180	0,2052	0,0594	0,0183	0,0445	3000	3000,447	0,133313
190	0,2166	0,0627	0,0183	0,0445	3000	3000,47	0,133312
200	0,228	0,066	0,0183	0,0445	3000	3000,493	0,133311
210	0,2394	0,0693	0,0183	0,0445	3000	3000,515	0,13331
220	0,2508	0,0726	0,0183	0,0445	3000	3000,538	0,133309
230	0,2622	0,0759	0,0183	0,0445	3000	3000,561	0,133308
240	0,2736	0,0792	0,0183	0,0445	3000	3000,584	0,133307
250	0,285	0,0825	0,0183	0,0445	3000	3000,607	0,133306
260	0,2964	0,0858	0,0183	0,0445	3000	3000,629	0,133305
270	0,3078	0,0891	0,0183	0,0445	3000	3000,652	0,133304
280	0,3192	0,0924	0,0183	0,0445	3000	3000,675	0,133303
290	0,3306	0,0957	0,0183	0,0445	3000	3000,698	0,133302
300	0,342	0,099	0,0183	0,0445	3000	3000,721	0,133301
310	0,3534	0,1023	0,0183	0,0445	3000	3000,743	0,1333
320	0,3648	0,1056	0,0183	0,0445	3000	3000,766	0,133299
330	0,3762	0,1089	0,0183	0,0445	3000	3000,789	0,133298
340	0,3876	0,1122	0,0183	0,0445	3000	3000,812	0,133297
350	0,399	0,1155	0,0183	0,0445	3000	3000,835	0,133296
360	0,4104	0,1188	0,0183	0,0445	3000	3000,857	0,133295
370	0,4218	0,1221	0,0183	0,0445	3000	3000,88	0,133294

Πίνακας 3.2-13 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **150 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 3000 Ω**.

ℓ : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	0,1	0,157985	2531,893
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	0,1	0,181028	2209,599
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	0,1	0,204231	1958,57
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	0,1	0,227543	1757,908
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	0,1	0,250935	1594,038
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	0,1	0,274386	1457,8
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	0,1	0,297882	1342,812
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	0,1	0,321414	1244,502
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	0,1	0,344973	1159,511
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	0,1	0,368555	1085,319
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	0,1	0,392156	1020,002
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	0,1	0,415772	962,0655
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	0,1	0,439401	910,3299
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	0,1	0,463041	863,8542
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	0,1	0,48669	821,8776
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	0,1	0,510348	783,7792
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	0,1	0,534012	749,0465
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	0,1	0,557683	717,2538
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	0,1	0,581358	688,0436
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	0,1	0,605039	661,1144
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	0,1	0,628724	636,2095
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	0,1	0,652412	613,1093
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	0,1	0,676104	591,625
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	0,1	0,699799	571,5929
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	0,1	0,723496	552,8709
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	0,1	0,747196	535,3346
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	0,1	0,770898	518,8752
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	0,1	0,794603	503,3963
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	0,1	0,818309	488,8132
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	0,1	0,842016	475,0502
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	0,1	0,865726	462,0402
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	0,1	0,889436	449,7231
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	0,1	0,913148	438,045
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	0,1	0,936862	426,9575
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	0,1	0,960576	416,4169
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	0,1	0,984291	406,3838
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	0,1	1,008008	396,8224
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	0,1	1,031725	387,7002

Πίνακας 3.2-14 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 0,1 Ω**.

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

ℓ σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	1	1,038595	385,1358
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	1	1,061853	376,7001
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	1	1,085131	368,619
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	1	1,108429	360,871
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	1	1,131746	353,4363
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	1	1,155079	346,2966
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	1	1,178429	339,4351
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	1	1,201793	332,836
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	1	1,225172	326,4848
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	1	1,248564	320,3679
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	1	1,271969	314,473
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	1	1,295387	308,7881
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	1	1,318815	303,3026
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	1	1,342254	298,0061
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	1	1,365704	292,8892
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	1	1,389163	287,9431
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	1	1,412632	283,1594
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	1	1,436109	278,5303
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	1	1,459595	274,0486
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	1	1,483089	269,7074
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	1	1,50659	265,5002
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	1	1,530099	261,4211
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	1	1,553614	257,4642
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	1	1,577136	253,6243
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	1	1,600664	249,8962
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	1	1,624199	246,2753
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	1	1,647739	242,7569
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	1	1,671285	239,3368
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	1	1,694836	236,011
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	1	1,718392	232,7757
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	1	1,741953	229,6273
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	1	1,765519	226,5623
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	1	1,789089	223,5775
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	1	1,812664	220,6697
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	1	1,836242	217,8362
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	1	1,859825	215,074
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	1	1,883412	212,3805
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	1	1,907002	209,7533

Πίνακας 3.2-15 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 1 Ω**.

ℓ : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	2	2,037027	196,3646
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	2	2,06008	194,1672
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	2	2,083149	192,017
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	2	2,106233	189,9125
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	2	2,129331	187,8525
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	2	2,152442	185,8354
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	2	2,175567	183,8601
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	2	2,198706	181,9252
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	2	2,221857	180,0296
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	2	2,24502	178,1722
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	2	2,268195	176,3517
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	2	2,291381	174,5672
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	2	2,314578	172,8176
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	2	2,337787	171,102
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	2	2,361006	169,4193
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	2	2,384235	167,7687
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	2	2,407474	166,1493
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	2	2,430722	164,5602
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	2	2,45398	163,0005
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	2	2,477247	161,4696
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	2	2,500523	159,9666
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	2	2,523807	158,4907
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	2	2,5471	157,0414
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	2	2,5704	155,6178
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	2	2,593709	154,2193
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	2	2,617025	152,8453
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	2	2,640349	151,4951
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	2	2,66368	150,1682
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	2	2,687019	148,8639
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	2	2,710364	147,5817
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	2	2,733716	146,321
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	2	2,757074	145,0813
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	2	2,780439	143,8622
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	2	2,80381	142,663
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	2	2,827187	141,4834
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	2	2,85057	140,3228
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	2	2,873959	139,1808
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	2	2,897353	138,057

Πίνακας 3.2-16 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 2 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	3	3,036491	131,731
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	3	3,059466	130,7418
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	3	3,082452	129,7668
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	3	3,105449	128,8058
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	3	3,128458	127,8585
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	3	3,151477	126,9246
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	3	3,174507	126,0038
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	3	3,197547	125,0959
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	3	3,220597	124,2006
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	3	3,243657	123,3176
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	3	3,266727	122,4467
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	3	3,289806	121,5877
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	3	3,312895	120,7403
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	3	3,335993	119,9043
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	3	3,359099	119,0795
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	3	3,382214	118,2657
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	3	3,405338	117,4626
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	3	3,42847	116,6701
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	3	3,451611	115,8879
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	3	3,474759	115,1159
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	3	3,497916	114,3538
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	3	3,52108	113,6015
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	3	3,544251	112,8588
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	3	3,56743	112,1255
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	3	3,590616	111,4015
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	3	3,61381	110,6865
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	3	3,63701	109,9804
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	3	3,660218	109,2831
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	3	3,683432	108,5944
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	3	3,706652	107,9141
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	3	3,729879	107,2421
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	3	3,753113	106,5782
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	3	3,776353	105,9223
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	3	3,799599	105,2743
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	3	3,822851	104,634
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	3	3,846108	104,0012
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	3	3,869372	103,3759
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	3	3,892641	102,758

Πίνακας 3.2-17 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 3 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	5	5,036058	79,4272
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	5	5,058965	79,06755
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	5	5,081881	78,71102
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	5	5,104803	78,35757
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	5	5,127733	78,00718
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	5	5,150671	77,65979
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	5	5,173615	77,31538
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	5	5,196567	76,9739
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	5	5,219526	76,63532
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	5	5,242491	76,2996
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	5	5,265464	75,96672
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	5	5,288443	75,63663
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	5	5,311429	75,30931
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	5	5,334421	74,98471
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	5	5,35742	74,66281
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	5	5,380425	74,34357
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	5	5,403437	74,02696
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	5	5,426455	73,71295
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	5	5,449479	73,40152
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	5	5,472509	73,09262
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	5	5,495545	72,78623
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	5	5,518587	72,48232
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	5	5,541635	72,18087
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	5	5,564689	71,88183
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	5	5,587748	71,58519
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	5	5,610813	71,29092
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	5	5,633884	70,99898
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	5	5,65696	70,70936
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	5	5,680041	70,42202
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	5	5,703128	70,13695
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	5	5,72622	69,8541
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	5	5,749318	69,57347
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	5	5,772421	69,29502
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	5	5,795528	69,01873
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	5	5,818641	68,74457
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	5	5,841759	68,47253
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	5	5,864882	68,20257
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	5	5,88801	67,93467

Πίνακας 3.2-18 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 5 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	10	10,03573	39,85759
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	10	10,05858	39,76703
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	10	10,08144	39,67686
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	10	10,10431	39,58708
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	10	10,12717	39,49769
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	10	10,15004	39,40869
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	10	10,17292	39,32008
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	10	10,1958	39,23185
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	10	10,21868	39,14399
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	10	10,24157	39,05652
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	10	10,26446	38,96942
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	10	10,28735	38,8827
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	10	10,31025	38,79634
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	10	10,33315	38,71035
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	10	10,35606	38,62473
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	10	10,37897	38,53948
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	10	10,40188	38,45458
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	10	10,4248	38,37005
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	10	10,44772	38,28587
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	10	10,47064	38,20205
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	10	10,49357	38,11858
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	10	10,5165	38,03546
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	10	10,53944	37,95269
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	10	10,56237	37,87027
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	10	10,58532	37,78819
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	10	10,60826	37,70646
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	10	10,63121	37,62507
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	10	10,65416	37,54401
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	10	10,67712	37,46329
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	10	10,70008	37,3829
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	10	10,72304	37,30285
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	10	10,74601	37,22313
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	10	10,76898	37,14374
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	10	10,79195	37,06467
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	10	10,81492	36,98593
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	10	10,8379	36,90751
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	10	10,86089	36,82941
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	10	10,88387	36,75163

Πίνακας 3.2-19 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 10 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	50	50,03547	7,994329
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	50	50,05828	7,990686
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	50	50,08109	7,987047
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	50	50,1039	7,98341
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	50	50,12672	7,979777
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	50	50,14953	7,976146
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	50	50,17235	7,972519
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	50	50,19516	7,968895
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	50	50,21798	7,965275
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	50	50,2408	7,961657
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	50	50,26362	7,958043
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	50	50,28644	7,954431
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	50	50,30926	7,950823
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	50	50,33208	7,947218
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	50	50,3549	7,943616
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	50	50,37772	7,940017
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	50	50,40055	7,936422
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	50	50,42337	7,932829
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	50	50,4462	7,92924
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	50	50,46902	7,925654
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	50	50,49185	7,92207
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	50	50,51468	7,91849
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	50	50,53751	7,914913
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	50	50,56034	7,91134
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	50	50,58317	7,907769
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	50	50,606	7,904201
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	50	50,62883	7,900637
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	50	50,65167	7,897075
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	50	50,6745	7,893517
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	50	50,69733	7,889961
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	50	50,72017	7,886409
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	50	50,74301	7,88286
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	50	50,76584	7,879314
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	50	50,78868	7,875771
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	50	50,81152	7,872231
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	50	50,83436	7,868694
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	50	50,8572	7,86516
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	50	50,88004	7,861629

Πίνακας 3.2-20 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 50 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	100	100,0354	3,998583
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	100	100,0582	3,997672
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	100	100,081	3,996761
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	100	100,1039	3,99585
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	100	100,1267	3,99494
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	100	100,1495	3,99403
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	100	100,1723	3,993121
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	100	100,1951	3,992212
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	100	100,2179	3,991303
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	100	100,2407	3,990395
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	100	100,2635	3,989487
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	100	100,2863	3,98858
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	100	100,3091	3,987673
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	100	100,3319	3,986766
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	100	100,3548	3,98586
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	100	100,3776	3,984954
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	100	100,4004	3,984049
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	100	100,4232	3,983144
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	100	100,446	3,982239
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	100	100,4688	3,981335
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	100	100,4916	3,980431
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	100	100,5144	3,979528
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	100	100,5373	3,978625
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	100	100,5601	3,977722
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	100	100,5829	3,97682
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	100	100,6057	3,975918
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	100	100,6285	3,975016
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	100	100,6513	3,974115
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	100	100,6742	3,973214
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	100	100,697	3,972314
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	100	100,7198	3,971414
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	100	100,7426	3,970515
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	100	100,7654	3,969616
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	100	100,7882	3,968717
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	100	100,8111	3,967818
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	100	100,8339	3,96692
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	100	100,8567	3,966023
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	100	100,8795	3,965126

Πίνακας 3.2-21 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 100 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	200	200,0354	1,999646
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	200	200,0582	1,999418
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	200	200,081	1,99919
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	200	200,1038	1,998962
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	200	200,1266	1,998735
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	200	200,1494	1,998507
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	200	200,1722	1,998279
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	200	200,195	1,998051
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	200	200,2178	1,997824
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	200	200,2406	1,997596
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	200	200,2635	1,997369
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	200	200,2863	1,997141
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	200	200,3091	1,996914
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	200	200,3319	1,996687
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	200	200,3547	1,99646
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	200	200,3775	1,996232
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	200	200,4003	1,996005
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	200	200,4231	1,995778
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	200	200,4459	1,995551
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	200	200,4687	1,995324
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	200	200,4915	1,995097
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	200	200,5143	1,99487
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	200	200,5371	1,994643
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	200	200,5599	1,994416
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	200	200,5827	1,994189
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	200	200,6056	1,993963
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	200	200,6284	1,993736
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	200	200,6512	1,993509
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	200	200,674	1,993283
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	200	200,6968	1,993056
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	200	200,7196	1,99283
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	200	200,7424	1,992603
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	200	200,7652	1,992377
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	200	200,788	1,992151
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	200	200,8108	1,991924
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	200	200,8336	1,991698
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	200	200,8565	1,991472
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	200	200,8793	1,991246

Πίνακας 3.2-22 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 200 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	$R_{γρ}$ σε Ω	$X_{γρ}$ σε Ω	$R_{M/Σ}$ σε Ω	$X_{M/Σ}$ σε Ω	$R_δ$ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	500	500,0354	0,799943
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	500	500,0582	0,799907
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	500	500,081	0,79987
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	500	500,1038	0,799834
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	500	500,1266	0,799797
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	500	500,1494	0,799761
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	500	500,1722	0,799725
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	500	500,195	0,799688
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	500	500,2178	0,799652
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	500	500,2406	0,799615
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	500	500,2634	0,799579
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	500	500,2862	0,799542
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	500	500,309	0,799506
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	500	500,3318	0,799469
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	500	500,3546	0,799433
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	500	500,3774	0,799397
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	500	500,4002	0,79936
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	500	500,423	0,799324
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	500	500,4458	0,799287
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	500	500,4686	0,799251
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	500	500,4914	0,799214
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	500	500,5142	0,799178
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	500	500,5371	0,799142
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	500	500,5599	0,799105
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	500	500,5827	0,799069
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	500	500,6055	0,799032
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	500	500,6283	0,798996
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	500	500,6511	0,79896
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	500	500,6739	0,798923
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	500	500,6967	0,798887
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	500	500,7195	0,79885
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	500	500,7423	0,798814
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	500	500,7651	0,798778
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	500	500,7879	0,798741
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	500	500,8107	0,798705
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	500	500,8335	0,798669
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	500	500,8563	0,798632
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	500	500,8791	0,798596

Πίνακας 3.2-23 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **$R_δ= 500 \Omega$** .

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m $R_{γρ}, X_{γρ}$: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
 $R_{M/Σ}, X_{M/Σ}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
 $R_δ$: αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	1000	1000,035	0,399986
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	1000	1000,058	0,399977
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	1000	1000,081	0,399968
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	1000	1000,104	0,399958
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	1000	1000,127	0,399949
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	1000	1000,149	0,39994
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	1000	1000,172	0,399931
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	1000	1000,195	0,399922
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	1000	1000,218	0,399913
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	1000	1000,241	0,399904
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	1000	1000,263	0,399895
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	1000	1000,286	0,399886
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	1000	1000,309	0,399876
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	1000	1000,332	0,399867
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	1000	1000,355	0,399858
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	1000	1000,377	0,399849
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	1000	1000,4	0,39984
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	1000	1000,423	0,399831
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	1000	1000,446	0,399822
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	1000	1000,469	0,399813
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	1000	1000,491	0,399804
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	1000	1000,514	0,399794
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	1000	1000,537	0,399785
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	1000	1000,56	0,399776
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	1000	1000,583	0,399767
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	1000	1000,605	0,399758
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	1000	1000,628	0,399749
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	1000	1000,651	0,39974
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	1000	1000,674	0,399731
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	1000	1000,697	0,399722
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	1000	1000,719	0,399712
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	1000	1000,742	0,399703
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	1000	1000,765	0,399694
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	1000	1000,788	0,399685
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	1000	1000,811	0,399676
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	1000	1000,833	0,399667
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	1000	1000,856	0,399658
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	1000	1000,879	0,399649

Πίνακας 3.2-24 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 1000 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	2000	2000,035	0,199996
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	2000	2000,058	0,199994
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	2000	2000,081	0,199992
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	2000	2000,104	0,19999
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	2000	2000,127	0,199987
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	2000	2000,149	0,199985
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	2000	2000,172	0,199983
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	2000	2000,195	0,199981
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	2000	2000,218	0,199978
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	2000	2000,241	0,199976
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	2000	2000,263	0,199974
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	2000	2000,286	0,199971
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	2000	2000,309	0,199969
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	2000	2000,332	0,199967
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	2000	2000,355	0,199965
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	2000	2000,377	0,199962
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	2000	2000,4	0,19996
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	2000	2000,423	0,199958
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	2000	2000,446	0,199955
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	2000	2000,469	0,199953
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	2000	2000,491	0,199951
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	2000	2000,514	0,199949
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	2000	2000,537	0,199946
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	2000	2000,56	0,199944
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	2000	2000,583	0,199942
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	2000	2000,605	0,199939
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	2000	2000,628	0,199937
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	2000	2000,651	0,199935
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	2000	2000,674	0,199933
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	2000	2000,697	0,19993
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	2000	2000,719	0,199928
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	2000	2000,742	0,199926
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	2000	2000,765	0,199924
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	2000	2000,788	0,199921
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	2000	2000,811	0,199919
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	2000	2000,833	0,199917
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	2000	2000,856	0,199914
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	2000	2000,879	0,199912

Πίνακας 3.2-25 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 2000 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0177	0,0407	3000	3000,035	0,133332
10	0,0114	0,0033	0,0177	0,0407	3000	3000,058	0,133331
20	0,0228	0,0066	0,0177	0,0407	3000	3000,081	0,133333
30	0,0342	0,0099	0,0177	0,0407	3000	3000,104	0,133329
40	0,0456	0,0132	0,0177	0,0407	3000	3000,127	0,133328
50	0,057	0,0165	0,0177	0,0407	3000	3000,149	0,133327
60	0,0684	0,0198	0,0177	0,0407	3000	3000,172	0,133326
70	0,0798	0,0231	0,0177	0,0407	3000	3000,195	0,133325
80	0,0912	0,0264	0,0177	0,0407	3000	3000,218	0,133324
90	0,1026	0,0297	0,0177	0,0407	3000	3000,241	0,133323
100	0,114	0,033	0,0177	0,0407	3000	3000,263	0,133322
110	0,1254	0,0363	0,0177	0,0407	3000	3000,286	0,133321
120	0,1368	0,0396	0,0177	0,0407	3000	3000,309	0,13332
130	0,1482	0,0429	0,0177	0,0407	3000	3000,332	0,133319
140	0,1596	0,0462	0,0177	0,0407	3000	3000,355	0,133318
150	0,171	0,0495	0,0177	0,0407	3000	3000,377	0,133317
160	0,1824	0,0528	0,0177	0,0407	3000	3000,4	0,133316
170	0,1938	0,0561	0,0177	0,0407	3000	3000,423	0,133315
180	0,2052	0,0594	0,0177	0,0407	3000	3000,446	0,133314
190	0,2166	0,0627	0,0177	0,0407	3000	3000,469	0,133313
200	0,228	0,066	0,0177	0,0407	3000	3000,491	0,133311
210	0,2394	0,0693	0,0177	0,0407	3000	3000,514	0,13331
220	0,2508	0,0726	0,0177	0,0407	3000	3000,537	0,133309
230	0,2622	0,0759	0,0177	0,0407	3000	3000,56	0,133308
240	0,2736	0,0792	0,0177	0,0407	3000	3000,583	0,133307
250	0,285	0,0825	0,0177	0,0407	3000	3000,605	0,133306
260	0,2964	0,0858	0,0177	0,0407	3000	3000,628	0,133305
270	0,3078	0,0891	0,0177	0,0407	3000	3000,651	0,133304
280	0,3192	0,0924	0,0177	0,0407	3000	3000,674	0,133303
290	0,3306	0,0957	0,0177	0,0407	3000	3000,697	0,133302
300	0,342	0,099	0,0177	0,0407	3000	3000,719	0,133301
310	0,3534	0,1023	0,0177	0,0407	3000	3000,742	0,1333
320	0,3648	0,1056	0,0177	0,0407	3000	3000,765	0,133299
330	0,3762	0,1089	0,0177	0,0407	3000	3000,788	0,133298
340	0,3876	0,1122	0,0177	0,0407	3000	3000,811	0,133297
350	0,399	0,1155	0,0177	0,0407	3000	3000,833	0,133296
360	0,4104	0,1188	0,0177	0,0407	3000	3000,856	0,133295
370	0,4218	0,1221	0,0177	0,0407	3000	3000,879	0,133294

Πίνακας 3.2-26 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **160 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 3000 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	$R_{γρ}$ σε Ω	$X_{γρ}$ σε Ω	$R_{M/Σ}$ σε Ω	$X_{M/Σ}$ σε Ω	$R_δ$ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	0,1	0,143413	2789,151
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	0,1	0,166725	2399,165
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	0,1	0,190142	2103,696
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	0,1	0,213629	1872,406
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	0,1	0,237166	1686,585
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	0,1	0,260739	1534,103
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	0,1	0,284339	1406,773
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	0,1	0,30796	1298,871
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	0,1	0,331597	1206,283
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	0,1	0,355248	1125,975
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	0,1	0,378909	1055,662
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	0,1	0,402579	993,5936
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	0,1	0,426256	938,4021
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	0,1	0,44994	889,0073
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	0,1	0,473629	844,543
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	0,1	0,497322	804,3074
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	0,1	0,52102	767,7256
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	0,1	0,54472	734,3221
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	0,1	0,568424	703,7005
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	0,1	0,59213	675,5275
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	0,1	0,615838	649,5211
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	0,1	0,639549	625,4409
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	0,1	0,663261	603,0807
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	0,1	0,686975	582,2627
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	0,1	0,710691	562,8328
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	0,1	0,734407	544,6568
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	0,1	0,758125	527,6172
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	0,1	0,781844	511,6107
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	0,1	0,805565	496,5462
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	0,1	0,829286	482,3429
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	0,1	0,853007	468,9291
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	0,1	0,87673	456,2408
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	0,1	0,900453	444,2207
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	0,1	0,924177	432,8174
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	0,1	0,947902	421,9846
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	0,1	0,971627	411,6806
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	0,1	0,995353	401,8676
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	0,1	1,019079	392,5114

Πίνακας 3.2-27 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **$R_δ= 0,1 \Omega$** .

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m $R_{γρ}, X_{γρ}$: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
 $R_{M/Σ}, X_{M/Σ}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
 $R_δ$: αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	1	1,028984	388,7331
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	1	1,052177	380,1641
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	1	1,075395	371,9564
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	1	1,098634	364,0884
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	1	1,121895	356,5397
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	1	1,145175	349,2917
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	1	1,168473	342,3272
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	1	1,191788	335,6301
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	1	1,21512	329,1856
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	1	1,238467	322,9799
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	1	1,261829	317,0002
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	1	1,285204	311,2346
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	1	1,308593	305,6719
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	1	1,331993	300,3018
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	1	1,355406	295,1146
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	1	1,378829	290,1012
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	1	1,402263	285,2532
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	1	1,425707	280,5626
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	1	1,44916	276,0219
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	1	1,472623	271,6242
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	1	1,496094	267,3629
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	1	1,519573	263,2318
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	1	1,54306	259,2251
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	1	1,566555	255,3373
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	1	1,590057	251,5633
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	1	1,613566	247,8982
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	1	1,637081	244,3373
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	1	1,660603	240,8764
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	1	1,68413	237,5113
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	1	1,707663	234,2382
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	1	1,731202	231,0533
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	1	1,754747	227,9531
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	1	1,778296	224,9344
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	1	1,80185	221,9941
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	1	1,825409	219,129
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	1	1,848972	216,3364
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	1	1,87254	213,6136
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	1	1,896112	210,958

Πίνακας 3.2-28 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 1 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	2	2,027907	197,2477
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	2	2,050921	195,0343
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	2	2,073951	192,8686
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	2	2,096997	190,7489
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	2	2,120058	188,674
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	2	2,143134	186,6425
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	2	2,166224	184,6531
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	2	2,189328	182,7044
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	2	2,212446	180,7954
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	2	2,235576	178,9248
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	2	2,258719	177,0915
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	2	2,281874	175,2945
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	2	2,305041	173,5327
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	2	2,32822	171,8051
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	2	2,351409	170,1108
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	2	2,374609	168,4488
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	2	2,39782	166,8182
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	2	2,421041	165,2182
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	2	2,444272	163,6479
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	2	2,467512	162,1066
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	2	2,490762	160,5934
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	2	2,514021	159,1076
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	2	2,537289	157,6486
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	2	2,560565	156,2155
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	2	2,58385	154,8077
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	2	2,607143	153,4247
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	2	2,630444	152,0656
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	2	2,653752	150,73
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	2	2,677068	149,4172
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	2	2,700392	148,1267
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	2	2,723722	146,8579
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	2	2,747059	145,6102
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	2	2,770404	144,3833
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	2	2,793754	143,1765
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	2	2,817112	141,9894
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	2	2,840475	140,8215
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	2	2,863845	139,6724
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	2	2,88722	138,5416

Πίνακας 3.2-29 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 2 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	3	3,027541	132,1204
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	3	3,050488	131,1266
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	3	3,073447	130,147
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	3	3,096417	129,1816
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	3	3,119399	128,2298
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	3	3,142392	127,2916
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	3	3,165395	126,3665
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	3	3,18841	125,4544
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	3	3,211435	124,5549
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	3	3,234471	123,6678
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	3	3,257516	122,7929
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	3	3,280572	121,93
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	3	3,303637	121,0787
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	3	3,326711	120,2389
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	3	3,349795	119,4103
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	3	3,372887	118,5928
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	3	3,395989	117,786
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	3	3,419099	116,9899
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	3	3,442218	116,2041
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	3	3,465345	115,4286
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	3	3,488481	114,6631
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	3	3,511624	113,9074
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	3	3,534775	113,1614
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	3	3,557934	112,4248
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	3	3,581101	111,6975
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	3	3,604274	110,9793
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	3	3,627456	110,2701
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	3	3,650644	109,5697
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	3	3,673839	108,8779
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	3	3,697041	108,1946
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	3	3,72025	107,5196
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	3	3,743466	106,8529
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	3	3,766688	106,1941
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	3	3,789916	105,5432
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	3	3,813151	104,9001
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	3	3,836391	104,2646
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	3	3,859638	103,6367
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	3	3,882891	103,016

Πίνακας 3.2-30 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 3 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	5	5,027246	79,56642
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	5	5,050136	79,20578
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	5	5,073034	78,84828
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	5	5,095939	78,49387
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	5	5,118852	78,14252
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	5	5,141773	77,79418
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	5	5,1647	77,44883
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	5	5,187635	77,10642
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	5	5,210577	76,76692
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	5	5,233527	76,4303
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	5	5,256483	76,09651
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	5	5,279446	75,76553
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	5	5,302416	75,43731
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	5	5,325393	75,11183
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	5	5,348376	74,78906
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	5	5,371366	74,46896
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	5	5,394362	74,15149
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	5	5,417365	73,83664
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	5	5,440374	73,52436
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	5	5,463389	73,21463
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	5	5,48641	72,90742
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	5	5,509438	72,60269
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	5	5,532471	72,30042
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	5	5,55551	72,00059
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	5	5,578555	71,70315
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	5	5,601606	71,40809
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	5	5,624663	71,11537
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	5	5,647725	70,82497
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	5	5,670793	70,53687
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	5	5,693866	70,25103
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	5	5,716945	69,96744
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	5	5,740029	69,68606
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	5	5,763119	69,40687
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	5	5,786213	69,12984
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	5	5,809313	68,85496
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	5	5,832418	68,58219
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	5	5,855528	68,31152
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	5	5,878643	68,04292

Πίνακας 3.2-31 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 5 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	10	10,02702	39,8922
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	10	10,04987	39,80151
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	10	10,07272	39,71122
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	10	10,09557	39,62133
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	10	10,11843	39,53182
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	10	10,14129	39,4427
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	10	10,16416	39,35397
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	10	10,18703	39,26562
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	10	10,2099	39,17765
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	10	10,23278	39,09006
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	10	10,25566	39,00284
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	10	10,27855	38,916
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	10	10,30144	38,82953
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	10	10,32433	38,74343
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	10	10,34723	38,6577
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	10	10,37013	38,57233
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	10	10,39303	38,48732
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	10	10,41594	38,40267
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	10	10,43885	38,31838
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	10	10,46177	38,23445
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	10	10,48469	38,15087
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	10	10,50761	38,06764
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	10	10,53054	37,98476
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	10	10,55347	37,90223
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	10	10,5764	37,82004
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	10	10,59934	37,7382
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	10	10,62228	37,6567
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	10	10,64522	37,57554
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	10	10,66817	37,49471
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	10	10,69112	37,41422
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	10	10,71408	37,33406
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	10	10,73704	37,25423
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	10	10,76	37,17473
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	10	10,78296	37,09556
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	10	10,80593	37,01671
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	10	10,8289	36,93819
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	10	10,85188	36,85999
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	10	10,87485	36,7821

Πίνακας 3.2-32 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 10 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	50	50,02684	7,995707
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	50	50,04965	7,992063
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	50	50,07246	7,988423
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	50	50,09528	7,984785
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	50	50,11809	7,981151
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	50	50,1409	7,977519
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	50	50,16371	7,973891
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	50	50,18653	7,970266
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	50	50,20934	7,966645
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	50	50,23216	7,963026
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	50	50,25498	7,959411
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	50	50,27779	7,955799
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	50	50,30061	7,952189
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	50	50,32343	7,948583
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	50	50,34625	7,944981
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	50	50,36907	7,941381
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	50	50,3919	7,937784
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	50	50,41472	7,934191
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	50	50,43754	7,930601
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	50	50,46037	7,927013
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	50	50,48319	7,923429
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	50	50,50602	7,919848
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	50	50,52885	7,91627
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	50	50,55167	7,912696
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	50	50,5745	7,909124
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	50	50,59733	7,905555
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	50	50,62016	7,90199
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	50	50,64299	7,898427
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	50	50,66583	7,894868
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	50	50,68866	7,891312
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	50	50,71149	7,887758
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	50	50,73433	7,884208
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	50	50,75716	7,880661
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	50	50,78	7,877117
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	50	50,80284	7,873576
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	50	50,82567	7,870038
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	50	50,84851	7,866503
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	50	50,87135	7,862972

Πίνακας 3.2-33 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 50 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	100	100,0268	3,998927
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	100	100,0496	3,998016
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	100	100,0724	3,997105
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	100	100,0952	3,996194
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	100	100,118	3,995284
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	100	100,1408	3,994374
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	100	100,1637	3,993464
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	100	100,1865	3,992555
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	100	100,2093	3,991647
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	100	100,2321	3,990738
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	100	100,2549	3,98983
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	100	100,2777	3,988923
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	100	100,3005	3,988016
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	100	100,3233	3,987109
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	100	100,3461	3,986203
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	100	100,3689	3,985297
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	100	100,3917	3,984391
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	100	100,4146	3,983486
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	100	100,4374	3,982581
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	100	100,4602	3,981677
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	100	100,483	3,980773
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	100	100,5058	3,979869
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	100	100,5286	3,978966
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	100	100,5514	3,978063
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	100	100,5743	3,977161
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	100	100,5971	3,976259
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	100	100,6199	3,975357
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	100	100,6427	3,974456
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	100	100,6655	3,973555
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	100	100,6883	3,972655
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	100	100,7111	3,971755
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	100	100,734	3,970855
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	100	100,7568	3,969956
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	100	100,7796	3,969057
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	100	100,8024	3,968159
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	100	100,8252	3,967261
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	100	100,8481	3,966363
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	100	100,8709	3,965466

Πίνακας 3.2-34 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 100 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	200	200,0268	1,999732
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	200	200,0496	1,999504
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	200	200,0724	1,999276
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	200	200,0952	1,999048
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	200	200,118	1,99882
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	200	200,1408	1,998593
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	200	200,1636	1,998365
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	200	200,1864	1,998137
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	200	200,2092	1,99791
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	200	200,232	1,997682
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	200	200,2548	1,997455
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	200	200,2776	1,997227
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	200	200,3005	1,997
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	200	200,3233	1,996773
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	200	200,3461	1,996545
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	200	200,3689	1,996318
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	200	200,3917	1,996091
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	200	200,4145	1,995864
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	200	200,4373	1,995637
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	200	200,4601	1,99541
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	200	200,4829	1,995183
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	200	200,5057	1,994956
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	200	200,5285	1,994729
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	200	200,5513	1,994502
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	200	200,5741	1,994275
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	200	200,5969	1,994048
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	200	200,6197	1,993822
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	200	200,6425	1,993595
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	200	200,6654	1,993368
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	200	200,6882	1,993142
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	200	200,711	1,992915
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	200	200,7338	1,992689
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	200	200,7566	1,992463
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	200	200,7794	1,992236
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	200	200,8022	1,99201
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	200	200,825	1,991784
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	200	200,8478	1,991557
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	200	200,8706	1,991331

Πίνακας 3.2-35 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 200 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	$R_{γρ}$ σε Ω	$X_{γρ}$ σε Ω	$R_{M/Σ}$ σε Ω	$X_{M/Σ}$ σε Ω	$R_δ$ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	500	500,0268	0,799957
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	500	500,0496	0,799921
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	500	500,0724	0,799884
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	500	500,0952	0,799848
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	500	500,118	0,799811
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	500	500,1408	0,799775
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	500	500,1636	0,799738
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	500	500,1864	0,799702
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	500	500,2092	0,799665
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	500	500,232	0,799629
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	500	500,2548	0,799592
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	500	500,2776	0,799556
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	500	500,3004	0,79952
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	500	500,3232	0,799483
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	500	500,346	0,799447
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	500	500,3688	0,79941
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	500	500,3916	0,799374
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	500	500,4144	0,799337
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	500	500,4372	0,799301
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	500	500,46	0,799265
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	500	500,4828	0,799228
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	500	500,5056	0,799192
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	500	500,5284	0,799155
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	500	500,5512	0,799119
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	500	500,5741	0,799083
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	500	500,5969	0,799046
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	500	500,6197	0,79901
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	500	500,6425	0,798973
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	500	500,6653	0,798937
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	500	500,6881	0,798901
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	500	500,7109	0,798864
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	500	500,7337	0,798828
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	500	500,7565	0,798791
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	500	500,7793	0,798755
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	500	500,8021	0,798719
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	500	500,8249	0,798682
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	500	500,8477	0,798646
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	500	500,8705	0,79861

Πίνακας 3.2-36: Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **$R_δ= 500 \Omega$** .

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m $R_{γρ}, X_{γρ}$: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
 $R_{M/Σ}, X_{M/Σ}$: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
 $R_δ$: αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	1000	1000,027	0,399989
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	1000	1000,05	0,39998
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	1000	1000,072	0,399971
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	1000	1000,095	0,399962
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	1000	1000,118	0,399953
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	1000	1000,141	0,399944
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	1000	1000,164	0,399935
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	1000	1000,186	0,399925
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	1000	1000,209	0,399916
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	1000	1000,232	0,399907
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	1000	1000,255	0,399898
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	1000	1000,278	0,399889
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	1000	1000,3	0,39988
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	1000	1000,323	0,399871
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	1000	1000,346	0,399862
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	1000	1000,369	0,399853
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	1000	1000,392	0,399843
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	1000	1000,414	0,399834
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	1000	1000,437	0,399825
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	1000	1000,46	0,399816
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	1000	1000,483	0,399807
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	1000	1000,506	0,399798
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	1000	1000,528	0,399789
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	1000	1000,551	0,39978
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	1000	1000,574	0,399771
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	1000	1000,597	0,399761
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	1000	1000,62	0,399752
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	1000	1000,642	0,399743
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	1000	1000,665	0,399734
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	1000	1000,688	0,399725
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	1000	1000,711	0,399716
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	1000	1000,734	0,399707
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	1000	1000,756	0,399698
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	1000	1000,779	0,399689
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	1000	1000,802	0,399679
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	1000	1000,825	0,39967
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	1000	1000,848	0,399661
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	1000	1000,87	0,399652

Πίνακας 3.2-37 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 1000 Ω**.

l: μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ}: αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ}: αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z: συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ: αντίσταση διάβασης σε Ω I: ρεύμα διάβασης σε A

ℓ σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	2000	2000,027	0,199997
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	2000	2000,05	0,199995
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	2000	2000,072	0,199993
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	2000	2000,095	0,19999
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	2000	2000,118	0,199988
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	2000	2000,141	0,199986
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	2000	2000,164	0,199984
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	2000	2000,186	0,199981
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	2000	2000,209	0,199979
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	2000	2000,232	0,199977
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	2000	2000,255	0,199975
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	2000	2000,278	0,199972
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	2000	2000,3	0,19997
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	2000	2000,323	0,199968
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	2000	2000,346	0,199965
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	2000	2000,369	0,199963
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	2000	2000,392	0,199961
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	2000	2000,414	0,199959
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	2000	2000,437	0,199956
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	2000	2000,46	0,199954
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	2000	2000,483	0,199952
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	2000	2000,506	0,199949
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	2000	2000,528	0,199947
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	2000	2000,551	0,199945
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	2000	2000,574	0,199943
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	2000	2000,597	0,19994
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	2000	2000,62	0,199938
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	2000	2000,642	0,199936
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	2000	2000,665	0,199934
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	2000	2000,688	0,199931
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	2000	2000,711	0,199929
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	2000	2000,734	0,199927
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	2000	2000,756	0,199924
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	2000	2000,779	0,199922
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	2000	2000,802	0,19992
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	2000	2000,825	0,199918
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	2000	2000,848	0,199915
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	2000	2000,87	0,199913

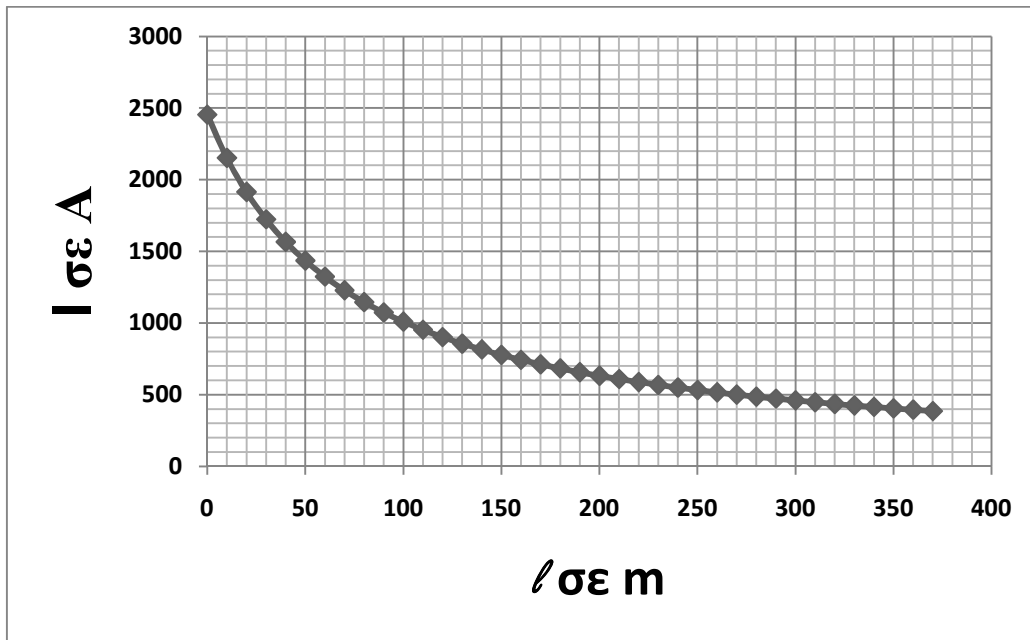
Πίνακας 3.2-38 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 2000 Ω**.

ℓ : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{MΣ}, X_{MΣ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A

l σε m	R _{γρ} σε Ω	X _{γρ} σε Ω	R _{M/Σ} σε Ω	X _{M/Σ} σε Ω	R _δ σε Ω	Z σε Ω	I σε A
0	0	0	0,0134	0,0335	3000	3000,027	0,133332
10	0,0114	0,0033	0,0134	0,0335	3000	3000,05	0,133331
20	0,0228	0,0066	0,0134	0,0335	3000	3000,072	0,133333
30	0,0342	0,0099	0,0134	0,0335	3000	3000,095	0,133329
40	0,0456	0,0132	0,0134	0,0335	3000	3000,118	0,133328
50	0,057	0,0165	0,0134	0,0335	3000	3000,141	0,133327
60	0,0684	0,0198	0,0134	0,0335	3000	3000,164	0,133326
70	0,0798	0,0231	0,0134	0,0335	3000	3000,186	0,133325
80	0,0912	0,0264	0,0134	0,0335	3000	3000,209	0,133324
90	0,1026	0,0297	0,0134	0,0335	3000	3000,232	0,133323
100	0,114	0,033	0,0134	0,0335	3000	3000,255	0,133322
110	0,1254	0,0363	0,0134	0,0335	3000	3000,278	0,133321
120	0,1368	0,0396	0,0134	0,0335	3000	3000,3	0,13332
130	0,1482	0,0429	0,0134	0,0335	3000	3000,323	0,133319
140	0,1596	0,0462	0,0134	0,0335	3000	3000,346	0,133318
150	0,171	0,0495	0,0134	0,0335	3000	3000,369	0,133317
160	0,1824	0,0528	0,0134	0,0335	3000	3000,392	0,133316
170	0,1938	0,0561	0,0134	0,0335	3000	3000,414	0,133315
180	0,2052	0,0594	0,0134	0,0335	3000	3000,437	0,133314
190	0,2166	0,0627	0,0134	0,0335	3000	3000,46	0,133313
200	0,228	0,066	0,0134	0,0335	3000	3000,483	0,133312
210	0,2394	0,0693	0,0134	0,0335	3000	3000,506	0,133311
220	0,2508	0,0726	0,0134	0,0335	3000	3000,528	0,13331
230	0,2622	0,0759	0,0134	0,0335	3000	3000,551	0,133309
240	0,2736	0,0792	0,0134	0,0335	3000	3000,574	0,133308
250	0,285	0,0825	0,0134	0,0335	3000	3000,597	0,133307
260	0,2964	0,0858	0,0134	0,0335	3000	3000,62	0,133306
270	0,3078	0,0891	0,0134	0,0335	3000	3000,642	0,133305
280	0,3192	0,0924	0,0134	0,0335	3000	3000,665	0,133304
290	0,3306	0,0957	0,0134	0,0335	3000	3000,688	0,133303
300	0,342	0,099	0,0134	0,0335	3000	3000,711	0,133302
310	0,3534	0,1023	0,0134	0,0335	3000	3000,734	0,133301
320	0,3648	0,1056	0,0134	0,0335	3000	3000,756	0,1333
330	0,3762	0,1089	0,0134	0,0335	3000	3000,779	0,133299
340	0,3876	0,1122	0,0134	0,0335	3000	3000,802	0,133298
350	0,399	0,1155	0,0134	0,0335	3000	3000,825	0,133297
360	0,4104	0,1188	0,0134	0,0335	3000	3000,848	0,133296
370	0,4218	0,1221	0,0134	0,0335	3000	3000,87	0,133295

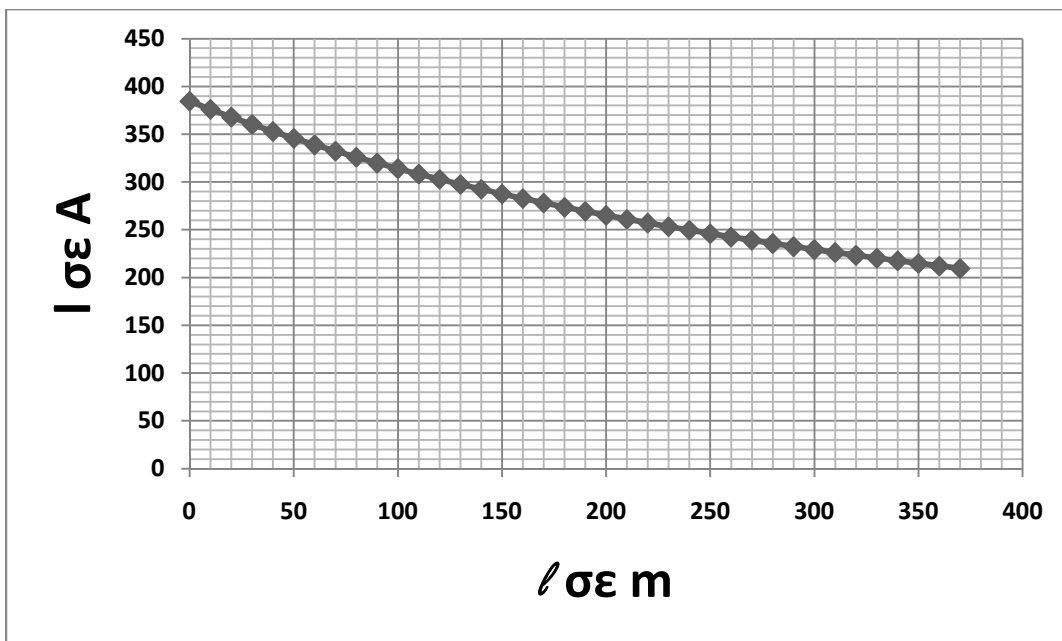
Πίνακας 3.2-39 : Αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό **200 KVA/ 0,4 kV** και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 3000 Ω**.

l : μήκος αγωγού στο σημείο της αποκοπής του σε m R_{γρ}, X_{γρ} : αντιστάσεις της γραμμής μέχρι το σημείο αποκοπής σε Ω
R_{M/Σ}, X_{M/Σ} : αντιστάσεις του μετασχηματιστή σε Ω Z : συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος σε Ω
R_δ : αντίσταση διάβασης σε Ω I : ρεύμα διάβασης σε A



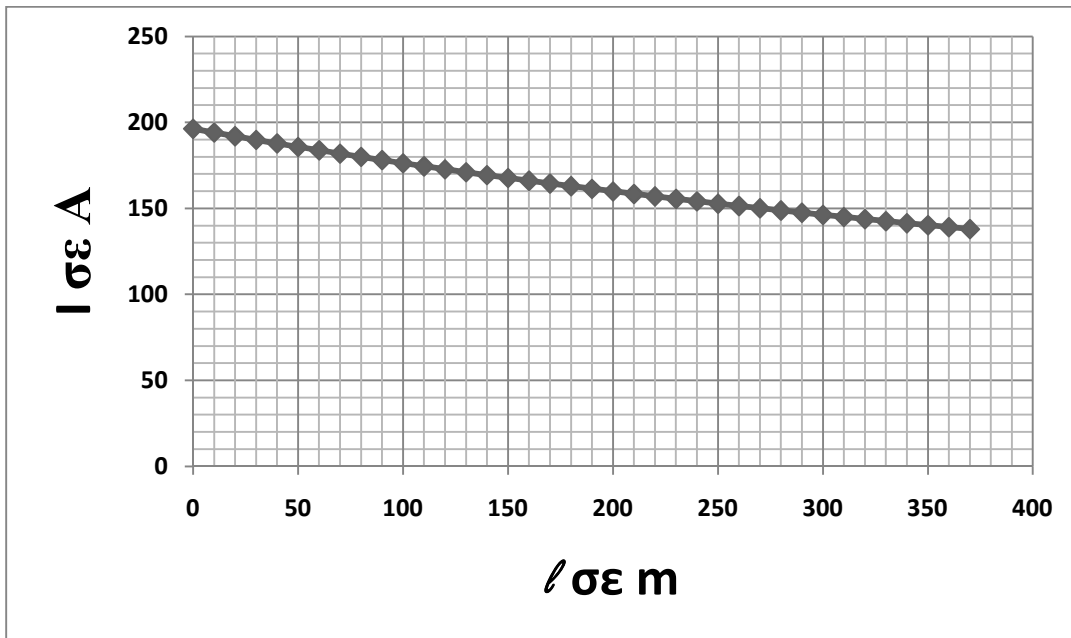
Γράφημα 3.2-1 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 0,1 \Omega$.



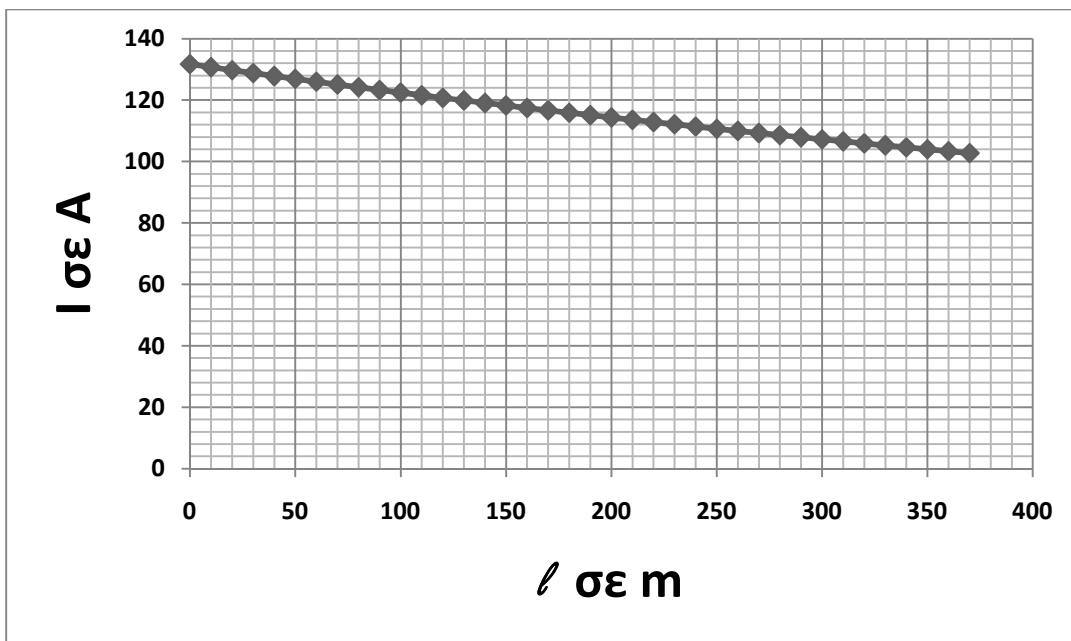
Γράφημα 3.2-2 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 1 \Omega$.



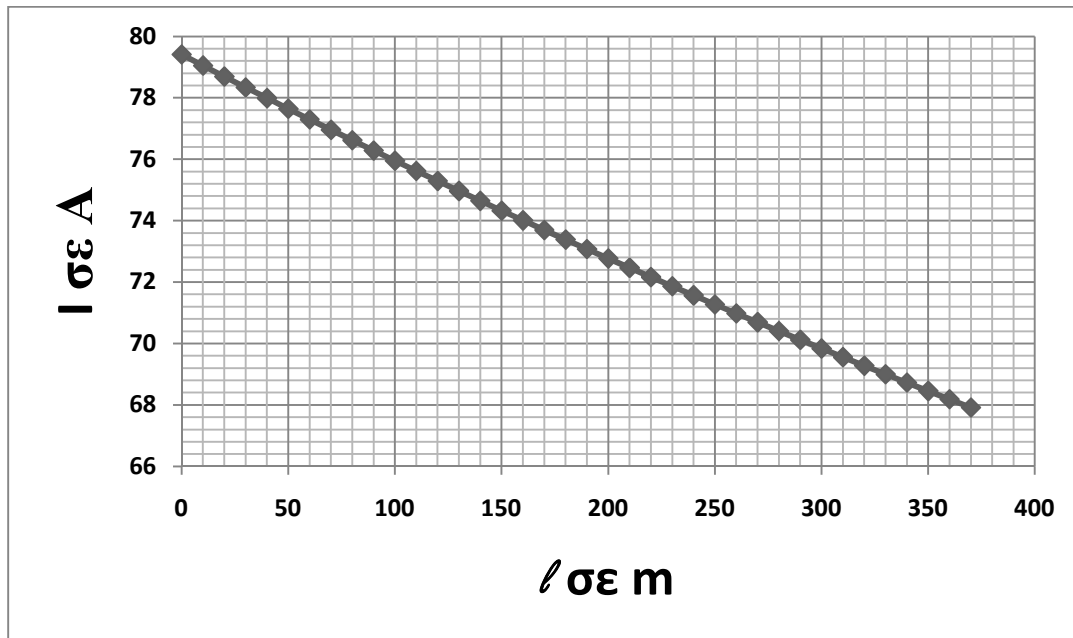
Γράφημα 3.2-3 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 2 \Omega$.



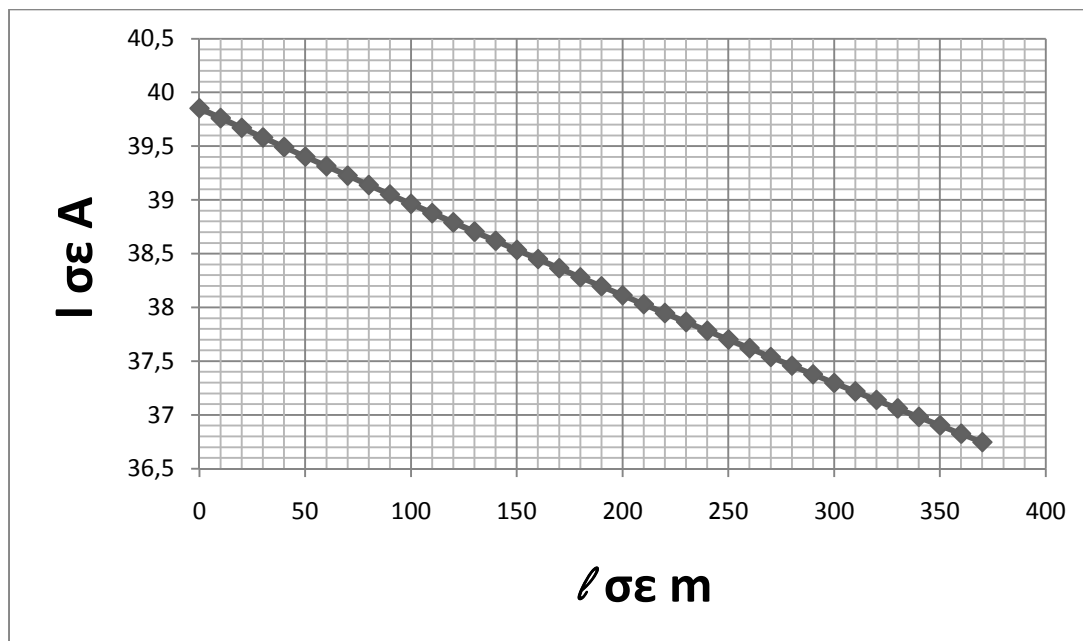
Γράφημα 3.2-4 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 3 \Omega$.



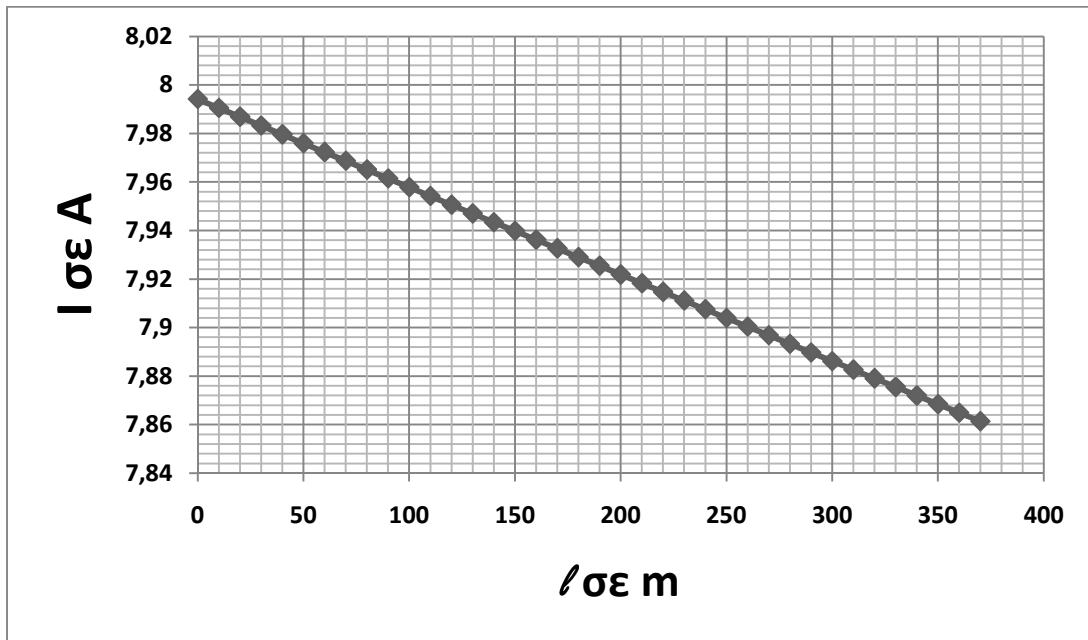
Γράφημα 3.2-5 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta} = 5 \Omega$.



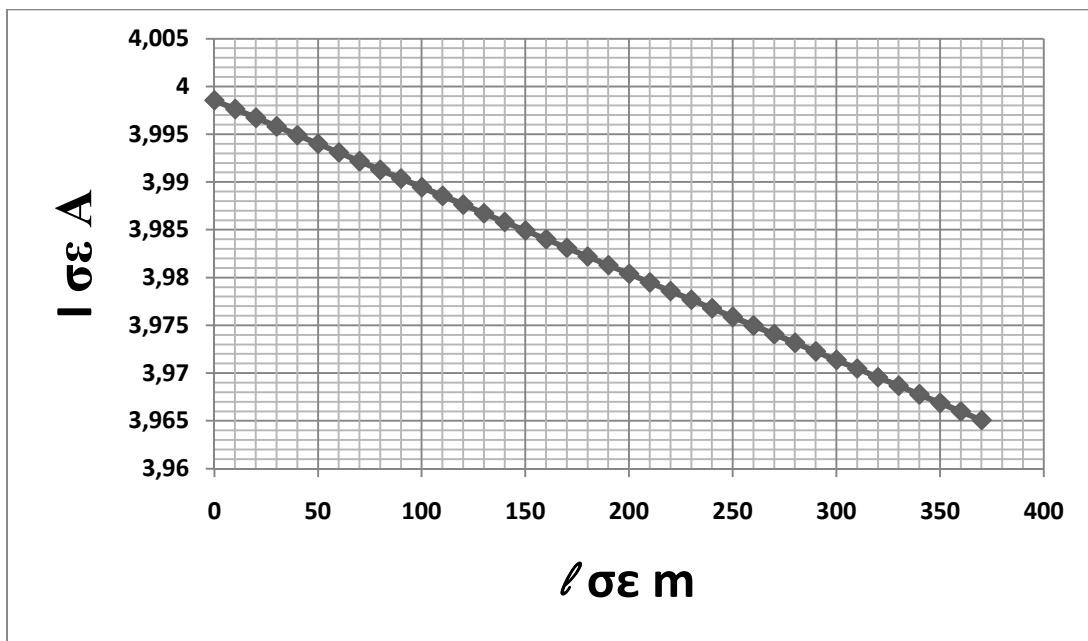
Γράφημα 3.2-6 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta} = 10 \Omega$.



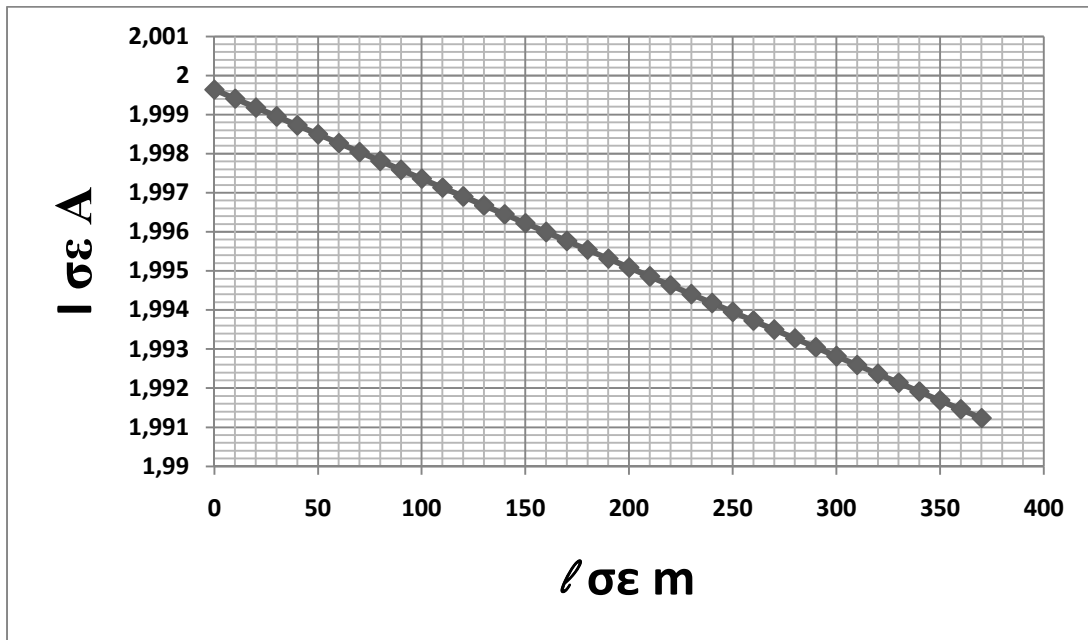
Γράφημα 3.2-7 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 50 \Omega$.



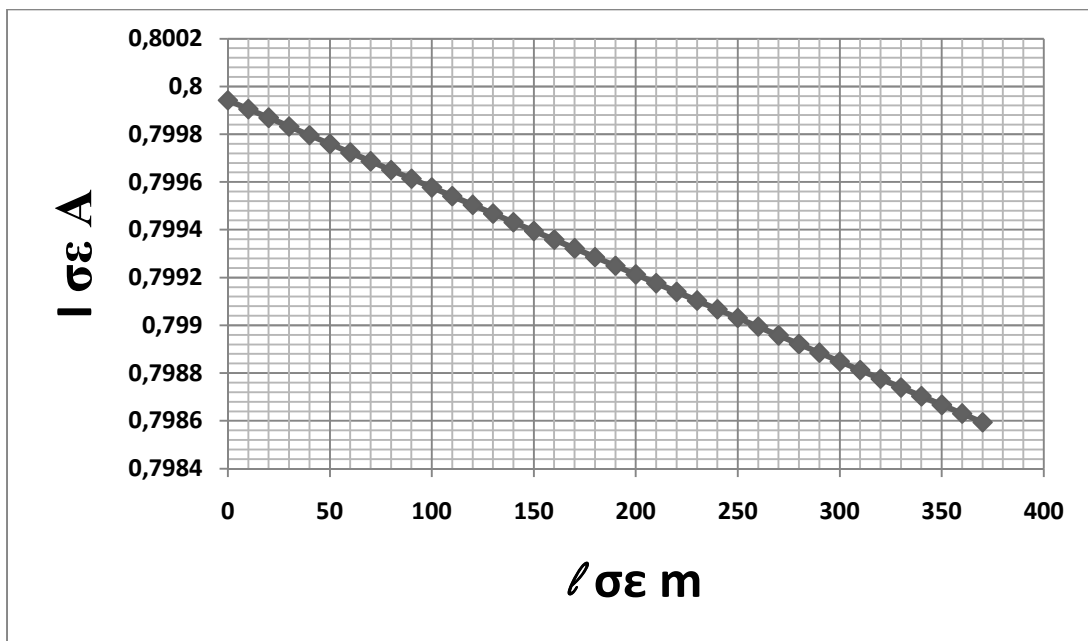
Γράφημα 3.2-8 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 100 \Omega$.



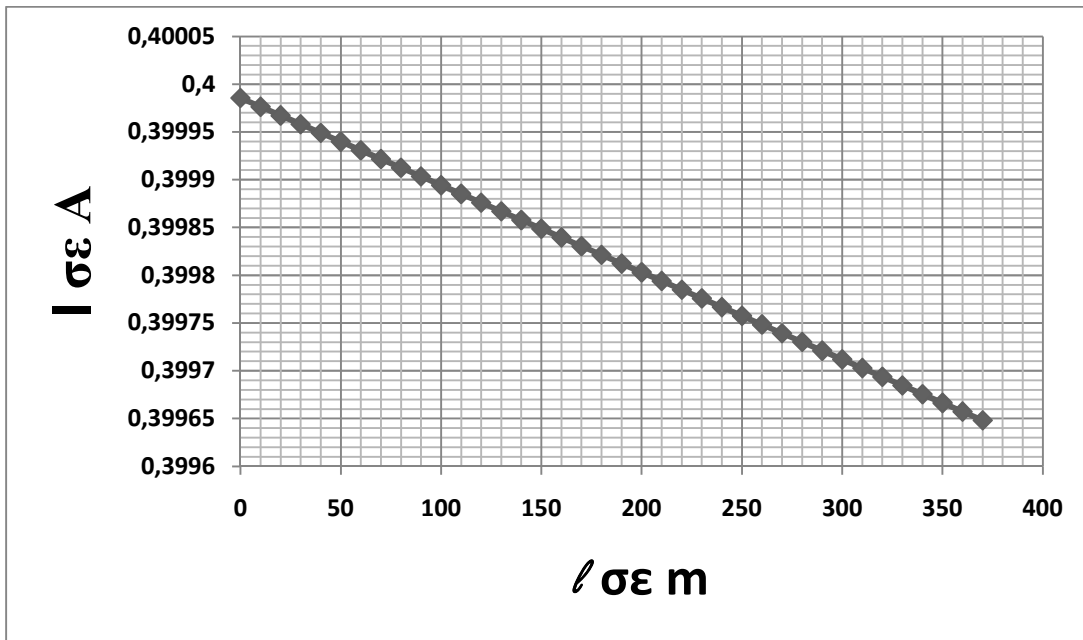
Γράφημα 3.2-9 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta} = 200 \Omega$.



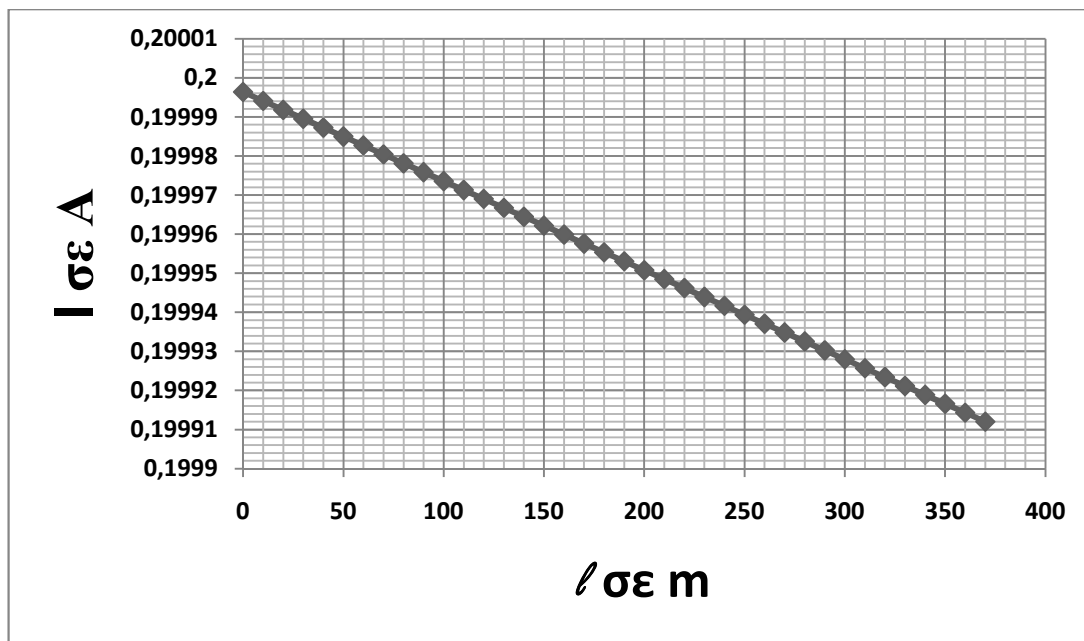
Γράφημα 3.2-10 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta} = 500 \Omega$.



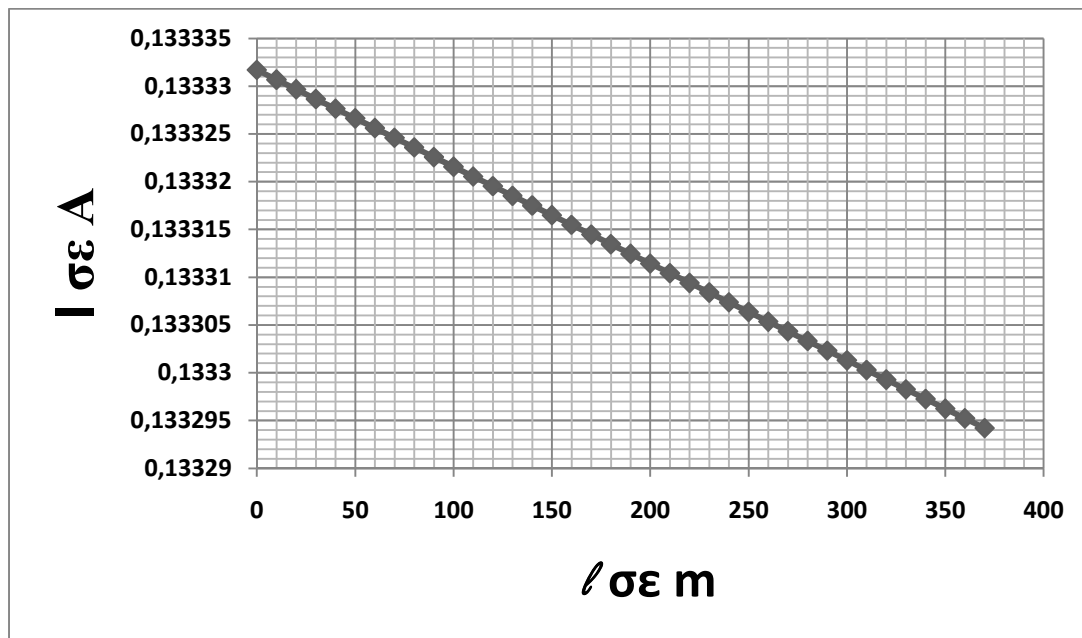
Γράφημα 3.2-11 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 1000 \Omega$.



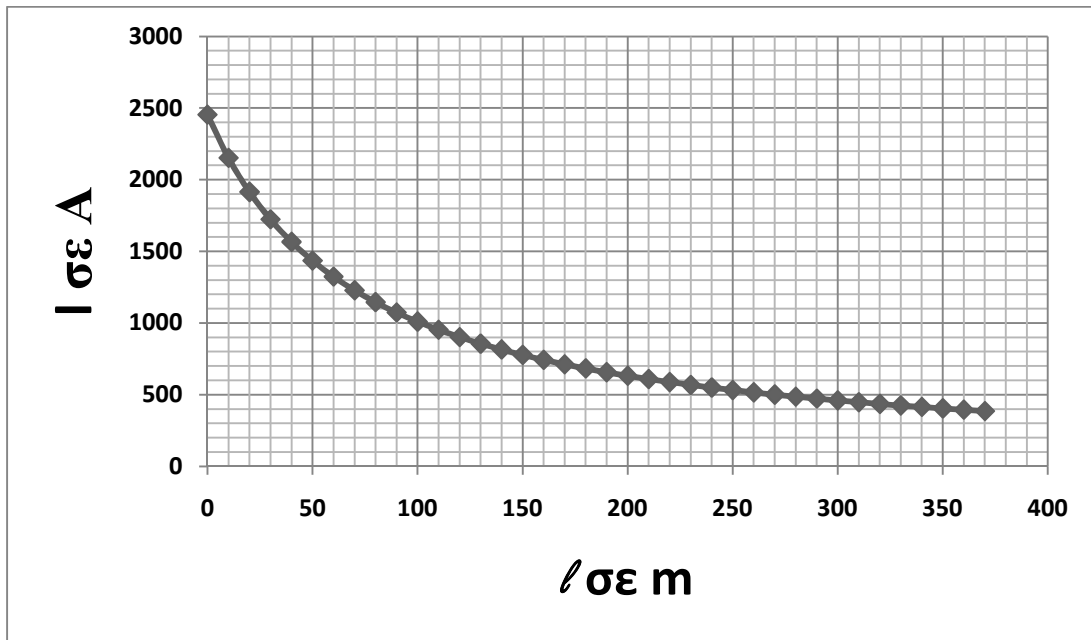
Γράφημα 3.2-12 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 2000 \Omega$.



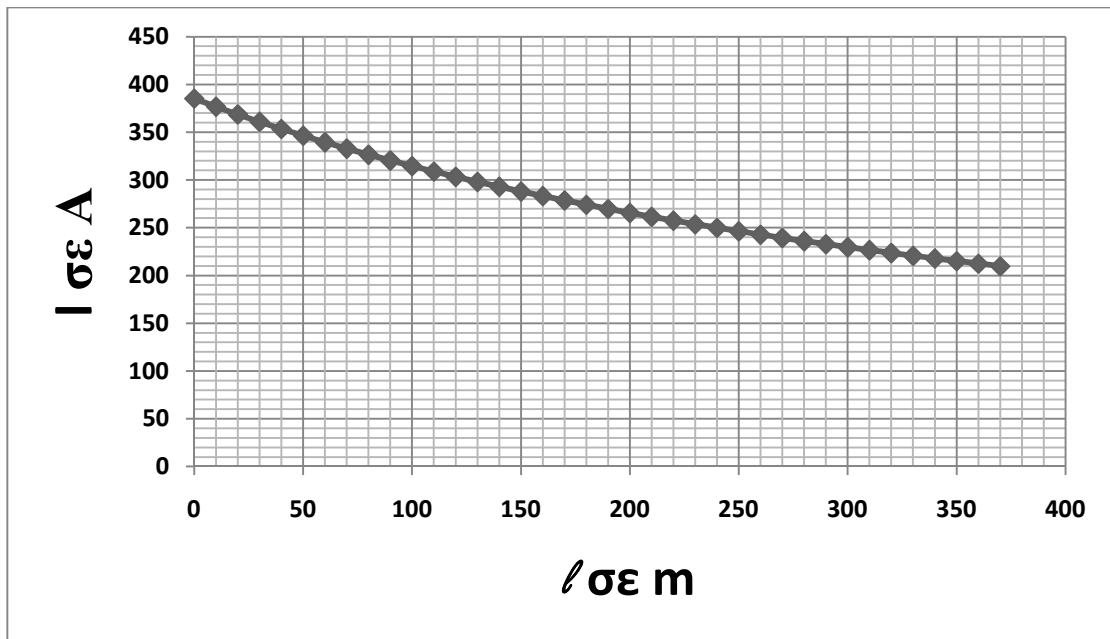
Γράφημα 3.2-13 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 150 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 3000 \Omega$.



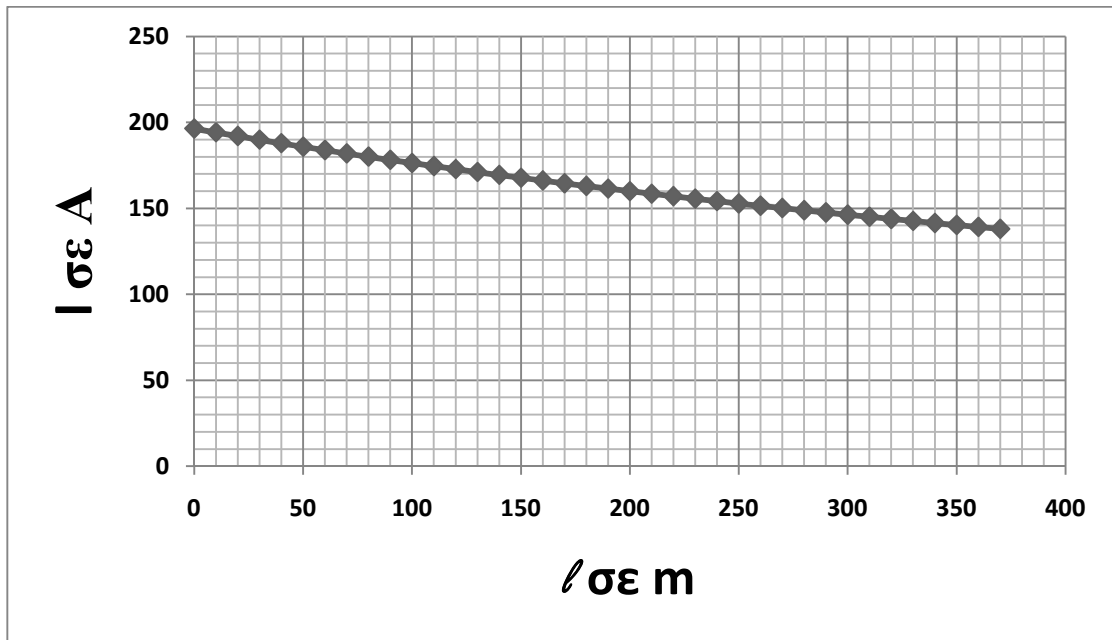
Γράφημα 3.2-14 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_s= 0,1 \Omega$.



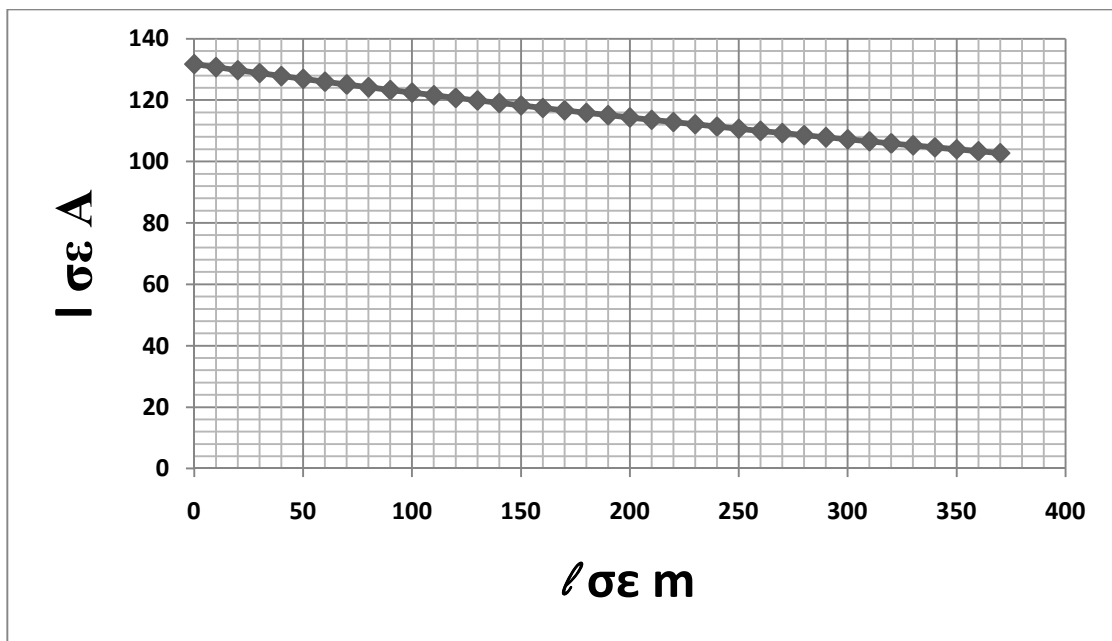
Γράφημα 3.2-15: $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_s= 1 \Omega$.



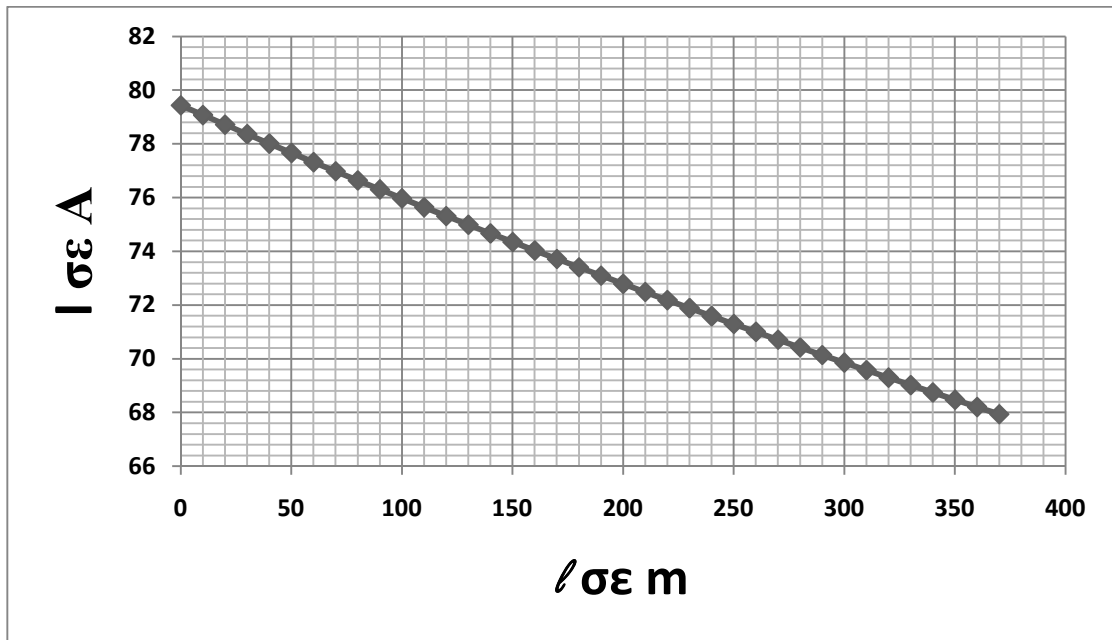
Γράφημα 3.2-16 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_s= 2 \Omega$.



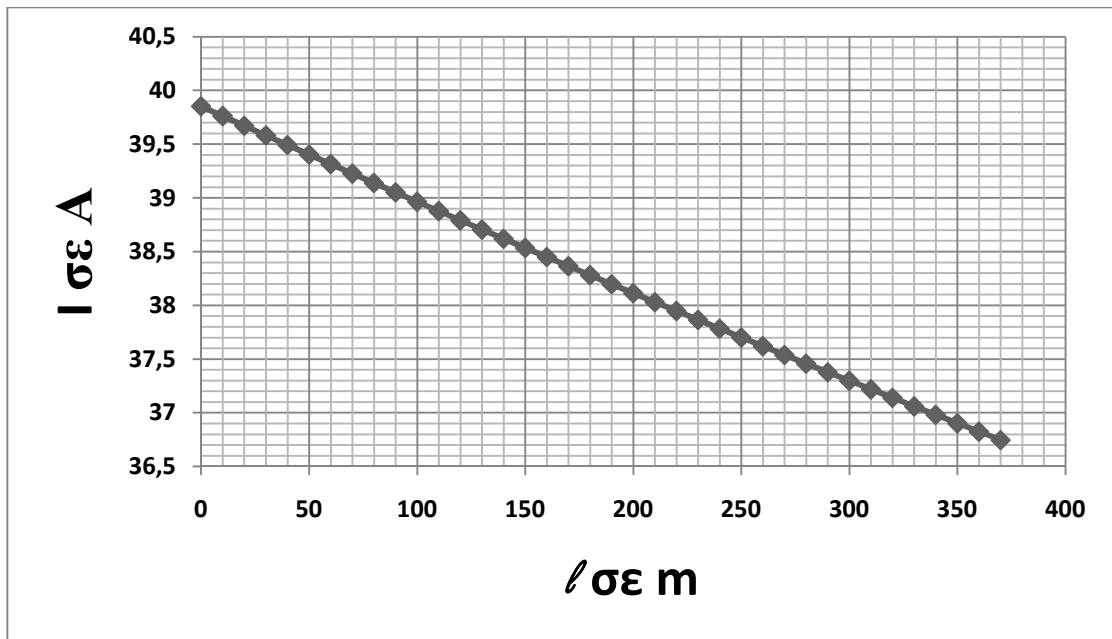
Γράφημα 3.2-17 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_s= 3 \Omega$.



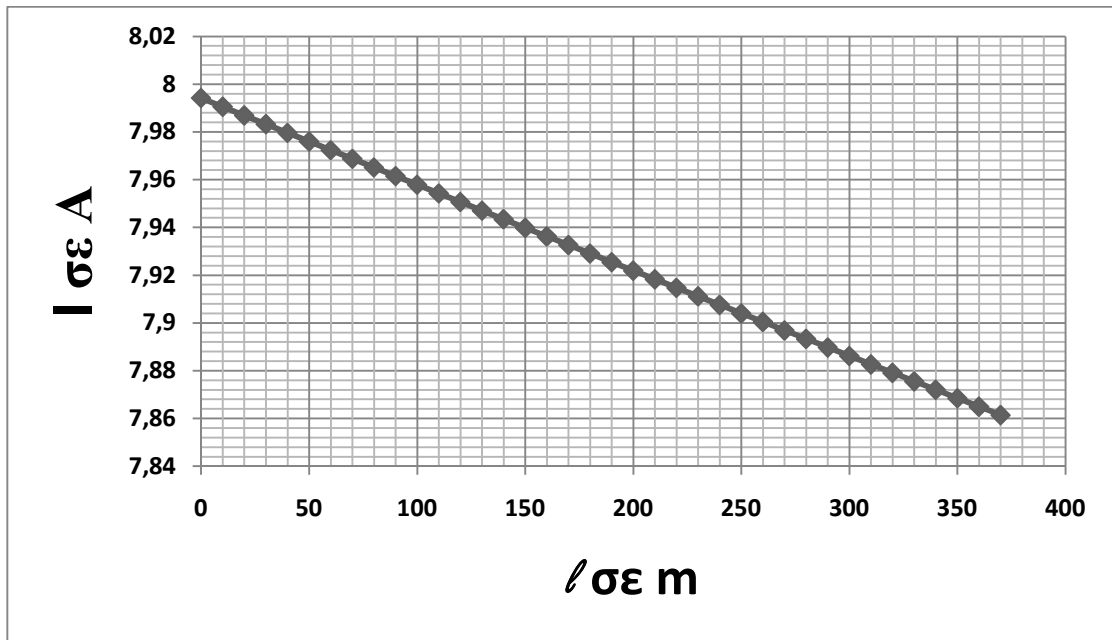
Γράφημα 3.2-18 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 5 \Omega$.



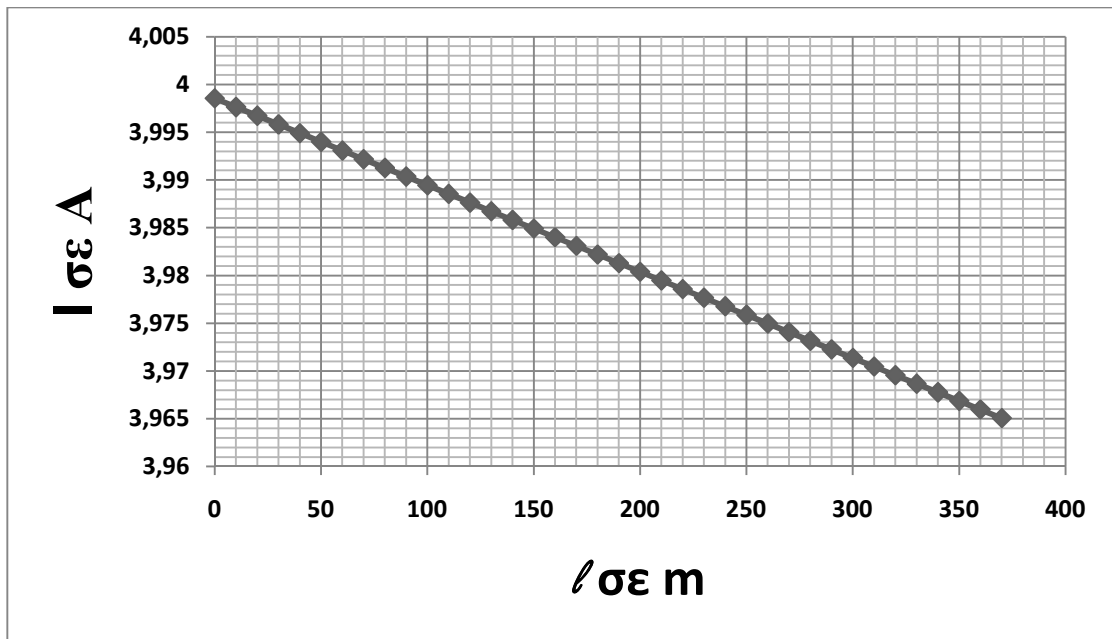
Γράφημα 3.2-19 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 10 \Omega$.



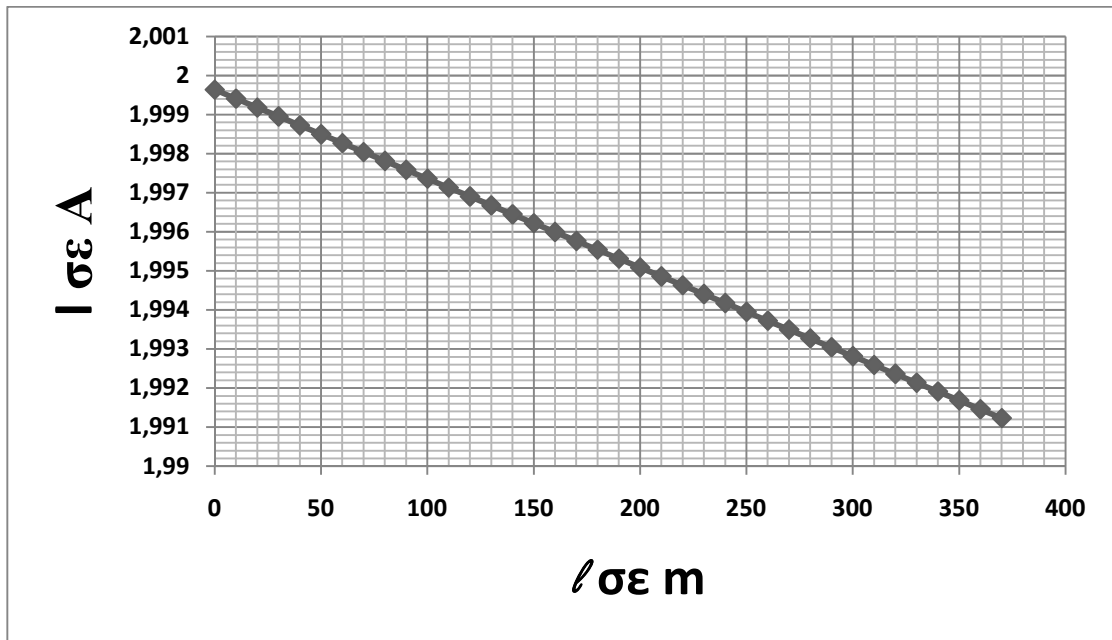
Γράφημα 3.2-20 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 50 \Omega$.



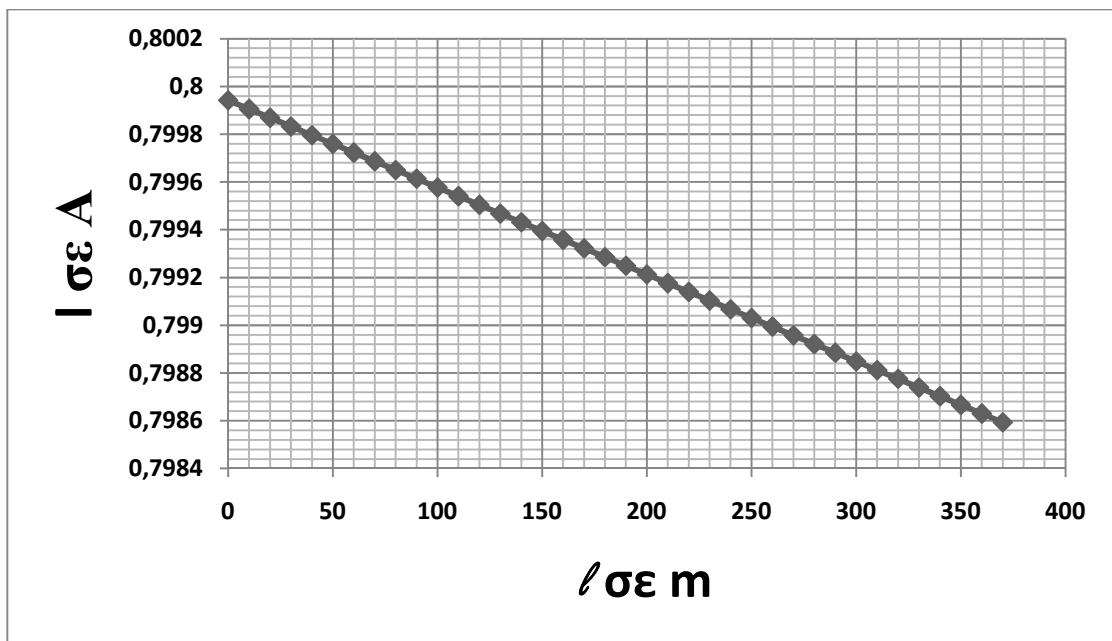
Γράφημα 3.2-21 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 100 \Omega$.



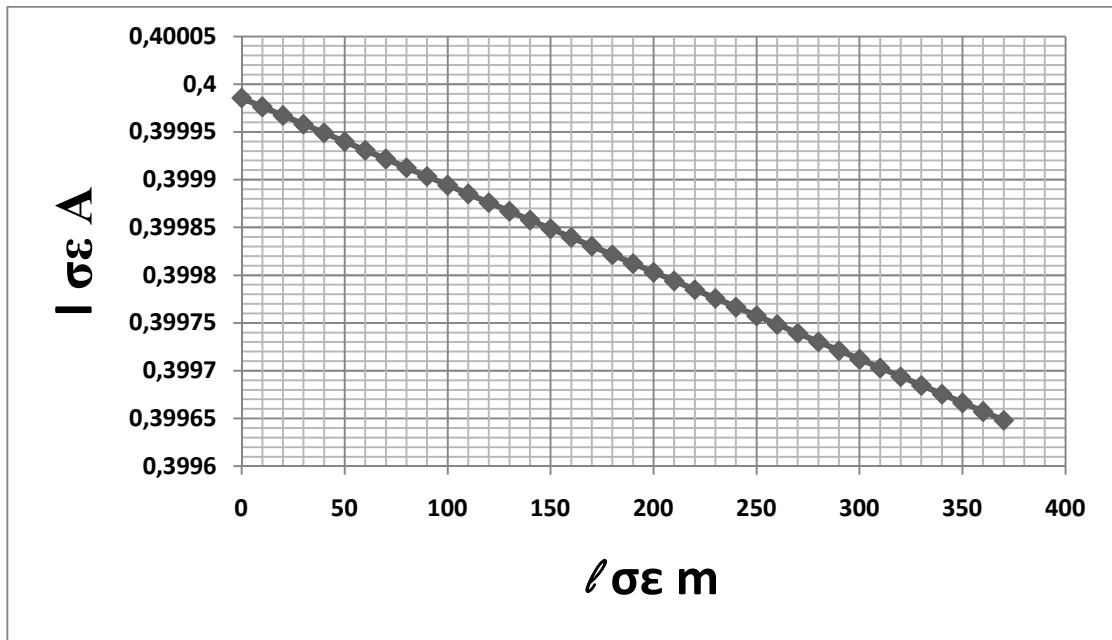
Γράφημα 3.2-22 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 200 \Omega$.



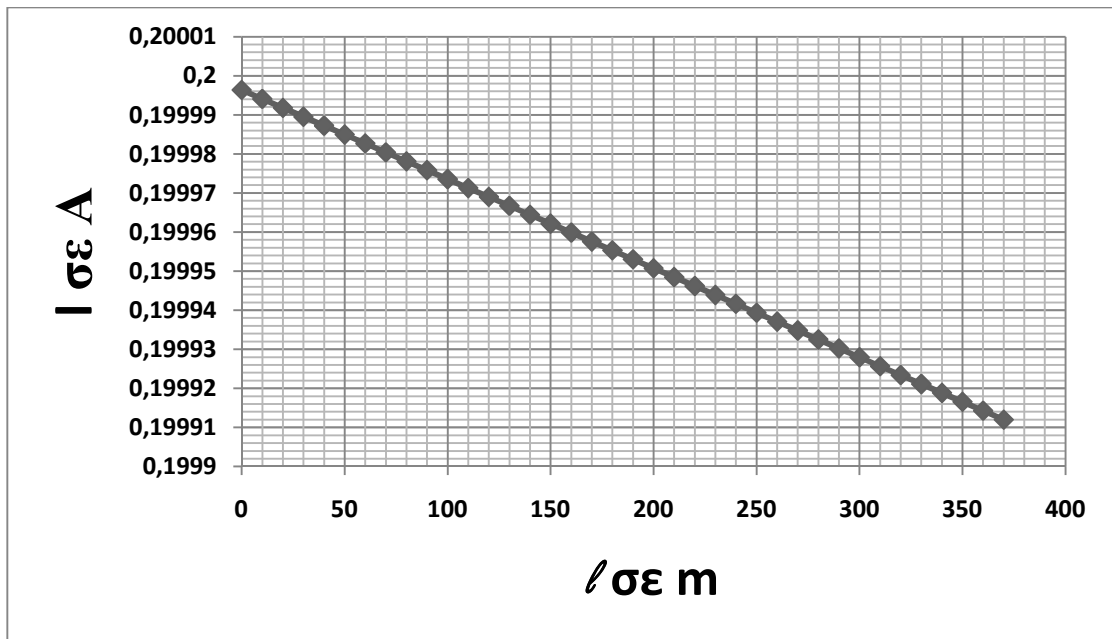
Γράφημα 3.2-23 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 500 \Omega$.



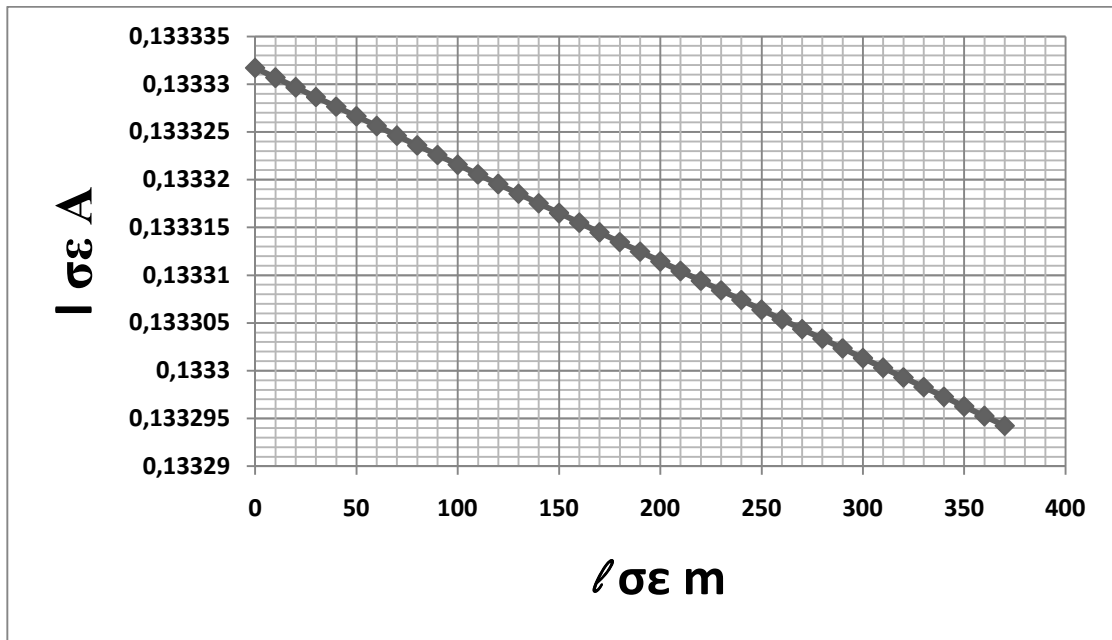
Γράφημα 3.2-24 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 1000 \Omega$.



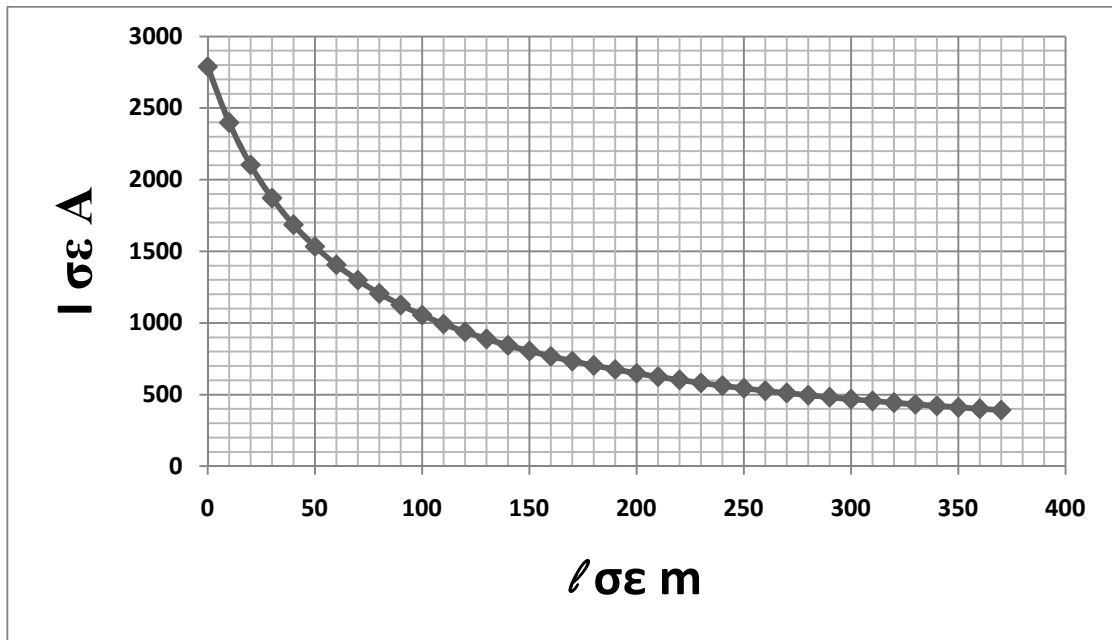
Γράφημα 3.2-25 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 2000 \Omega$.



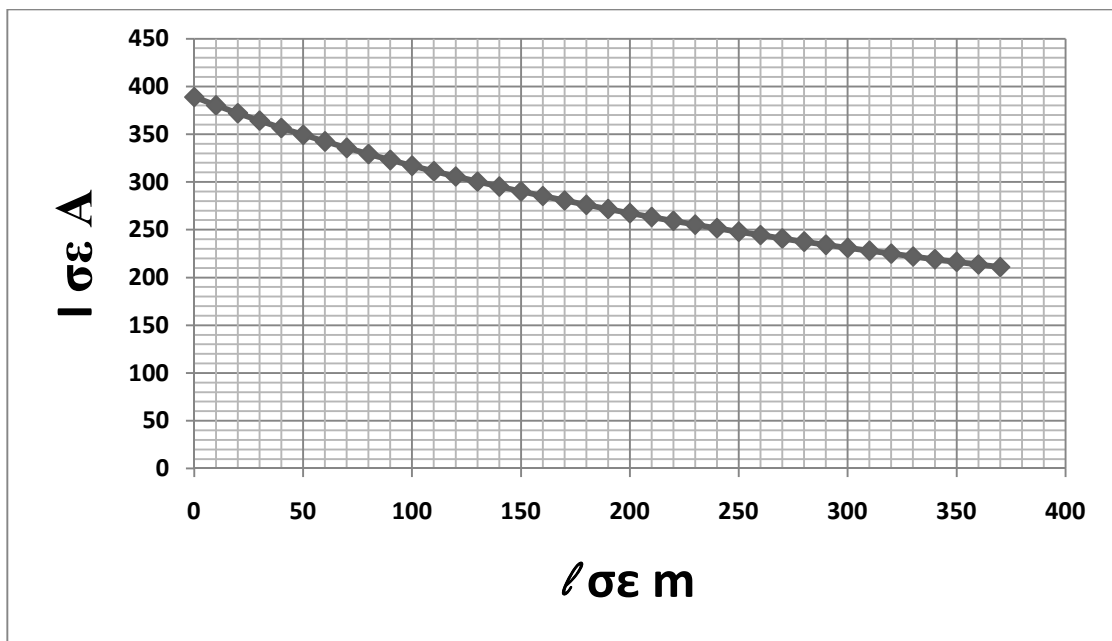
Γράφημα 3.2-26 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 160 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 3000 \Omega$.



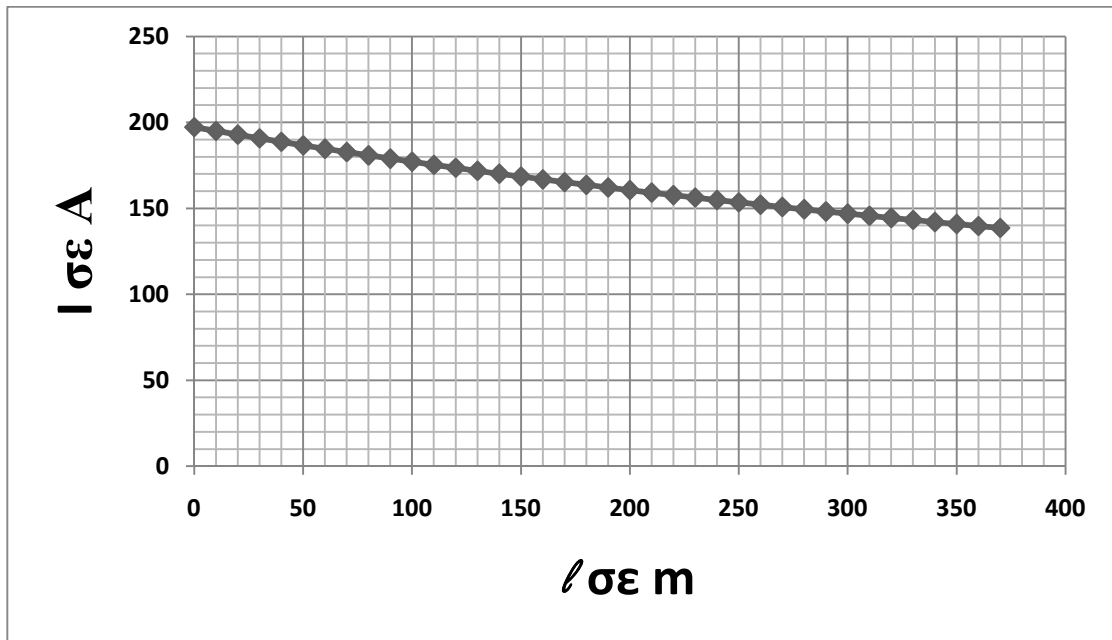
Γράφημα 3.2-27 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_s= 0,1 \Omega$.



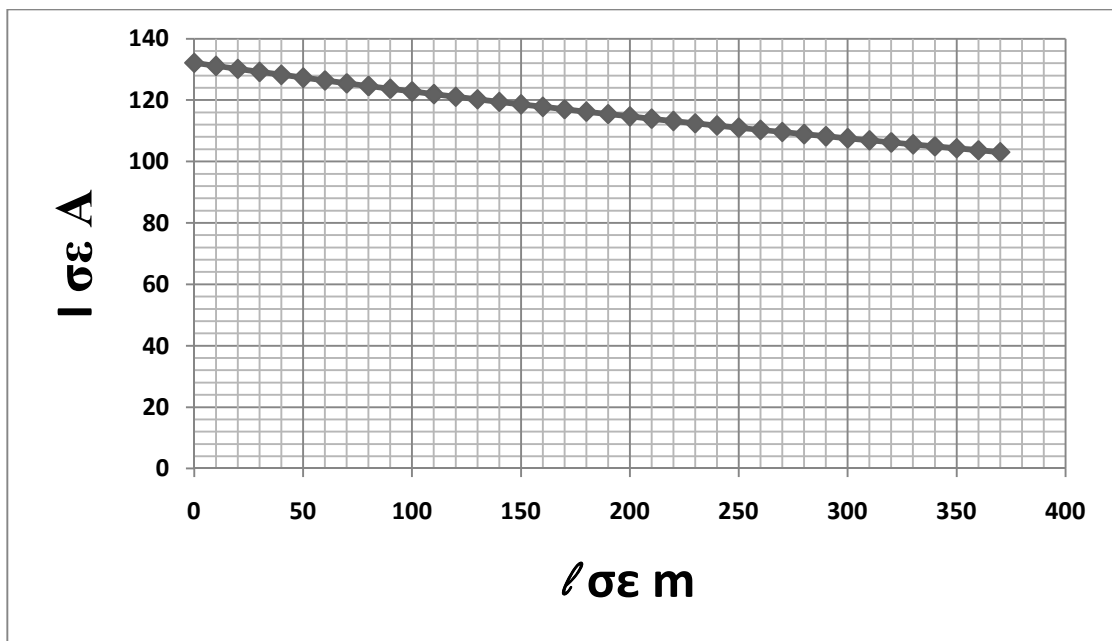
Γράφημα 3.2-28 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_s= 1 \Omega$.



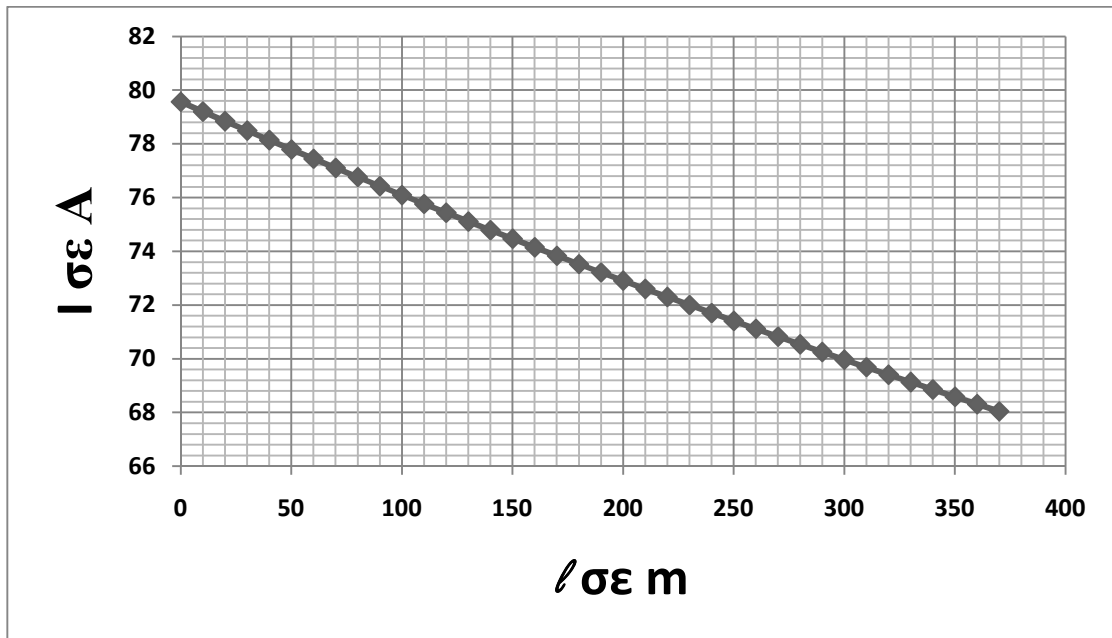
Γράφημα 3.2-29 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 2 \Omega$.



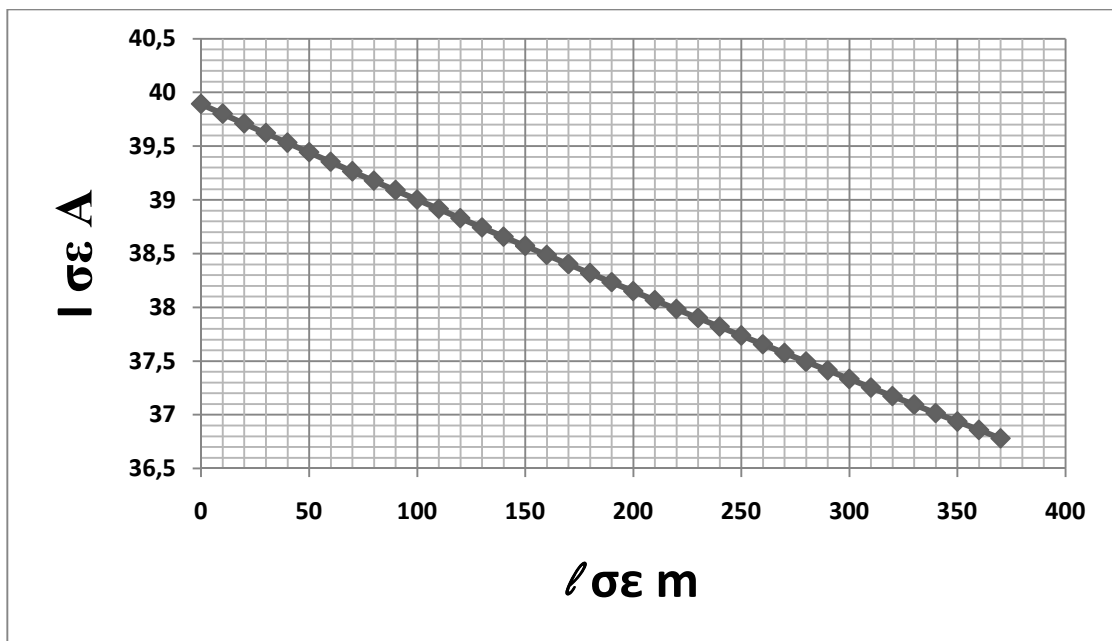
Γράφημα 3.2-30 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 3 \Omega$.



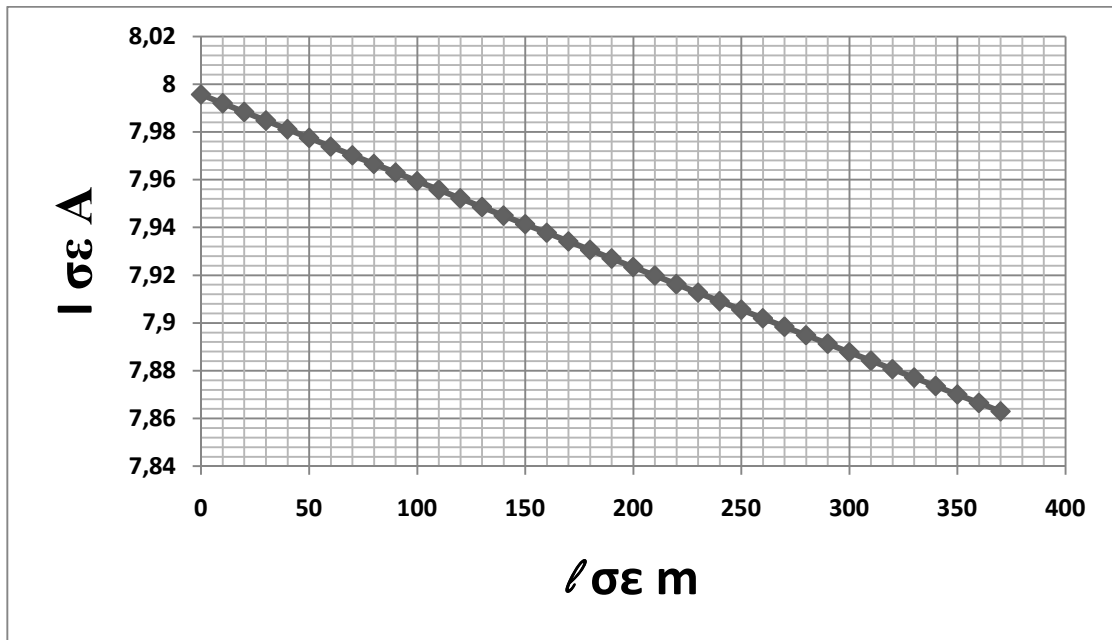
Γράφημα 3.2-31 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 5 \Omega$.



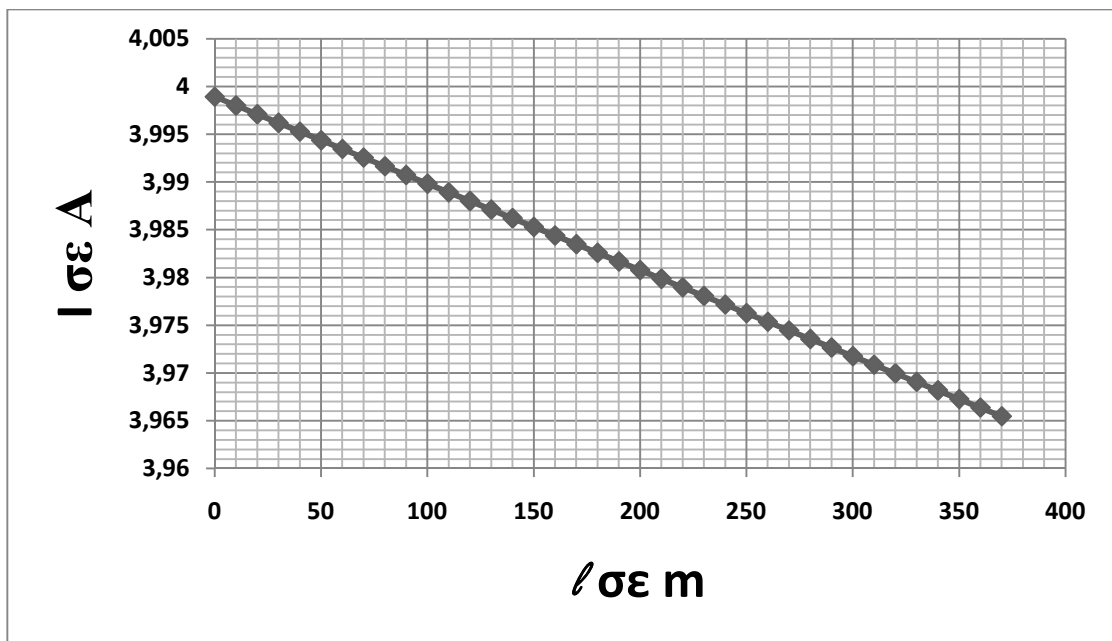
Γράφημα 3.2-32 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 10 \Omega$.



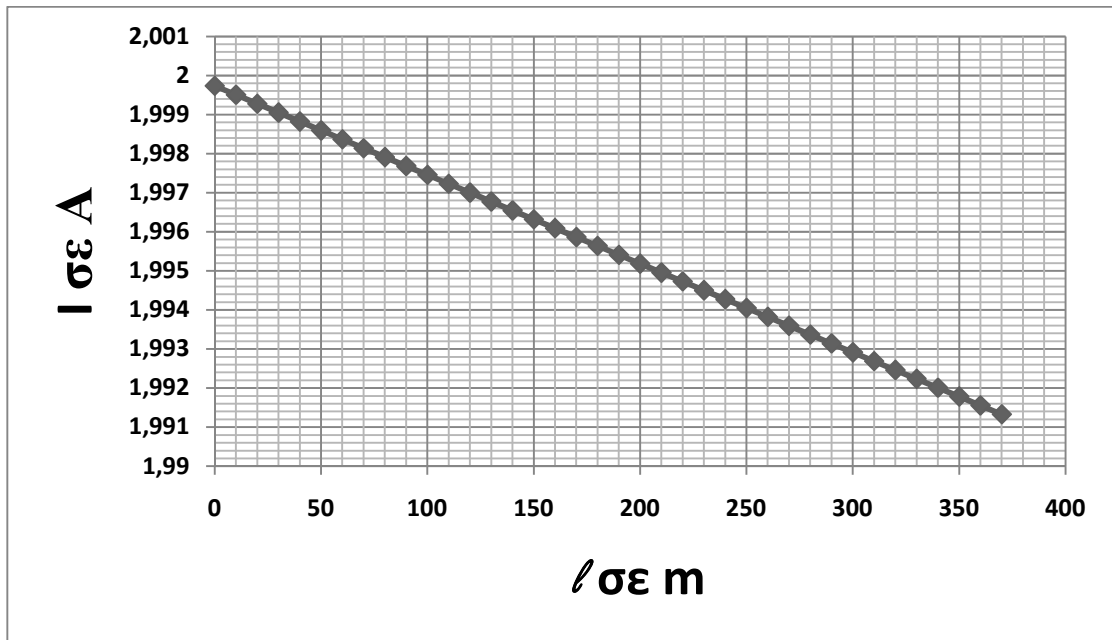
Γράφημα 3.2-33 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 50 Ω**.



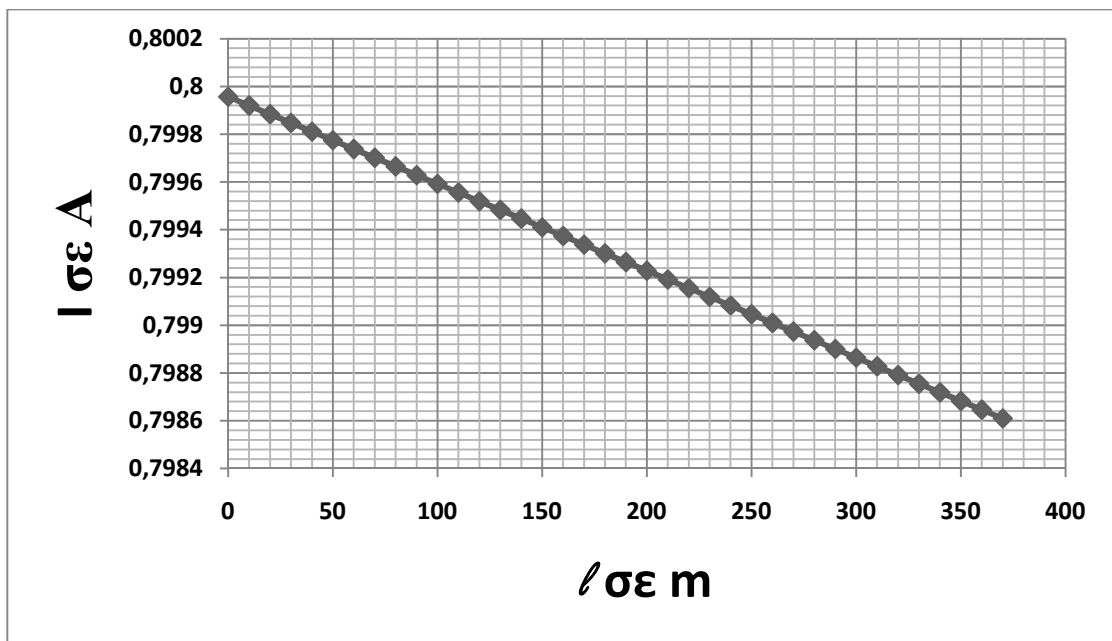
Γράφημα 3.2-34: I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης **R_δ= 100 Ω**.



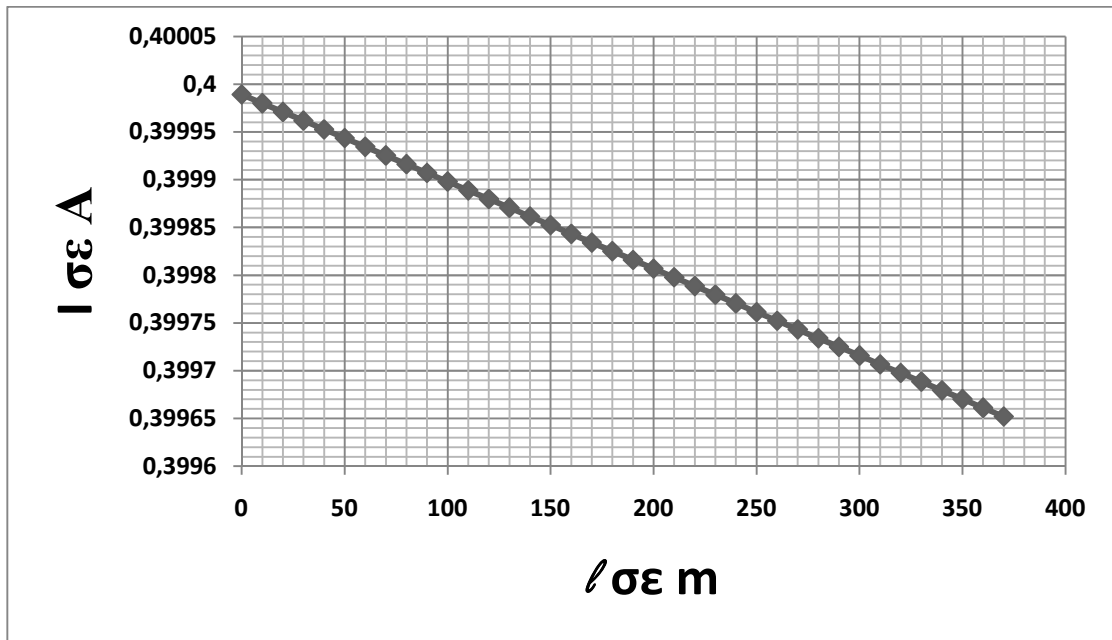
Γράφημα 3.2-35 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta} = 200 \Omega$.



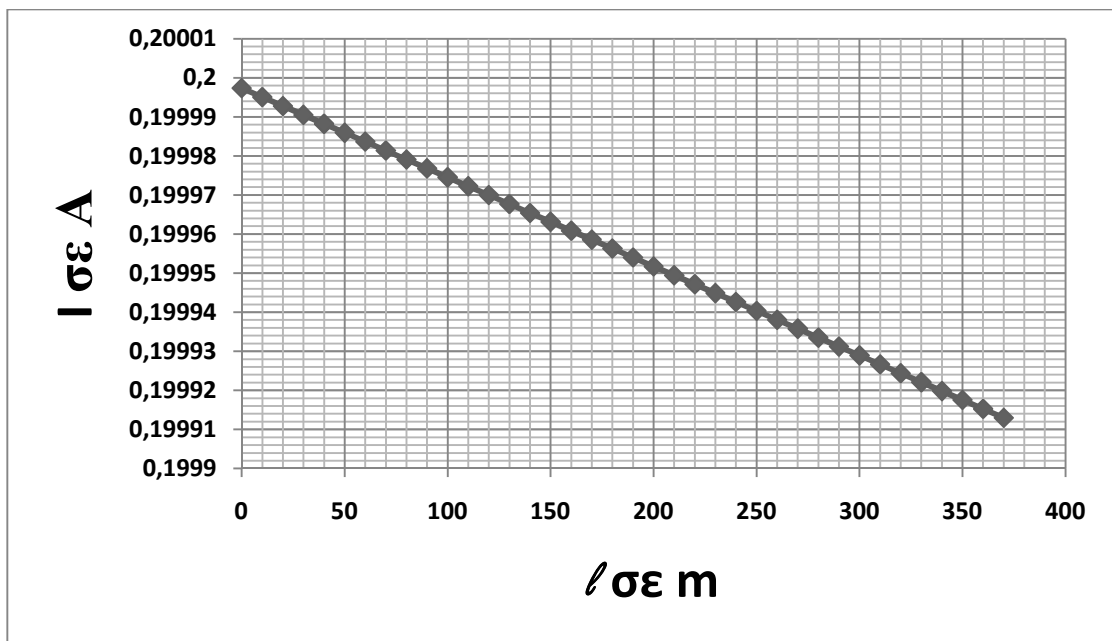
Γράφημα 3.2-36 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta} = 500 \Omega$.



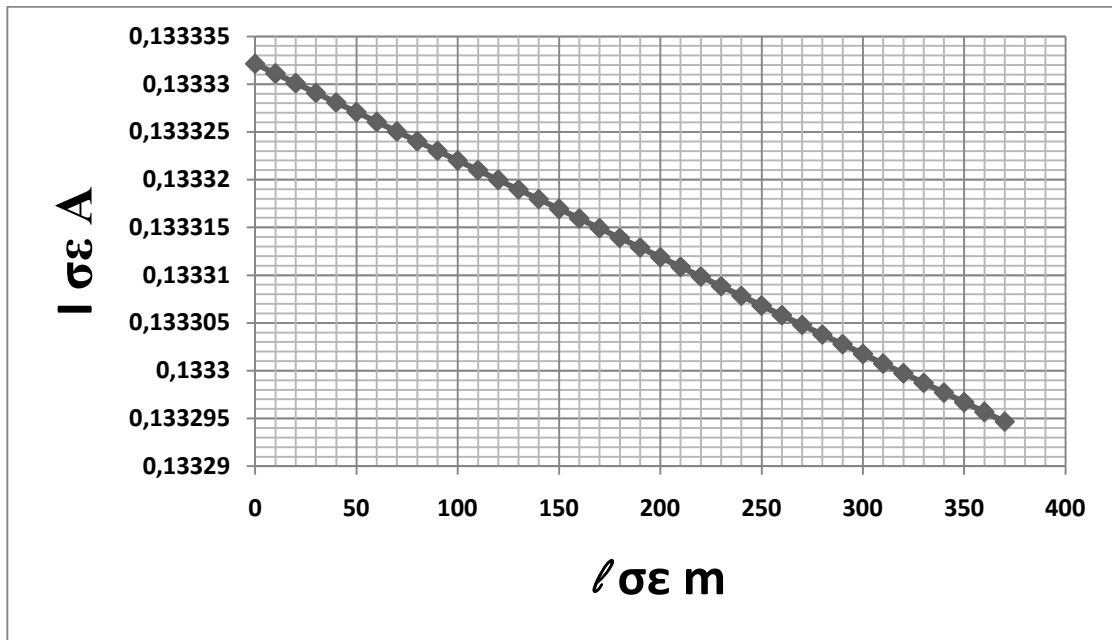
Γράφημα 3.2-37 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 1000 \Omega$.



Γράφημα 3.2-38 : I=f(l)

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 2000 \Omega$.



Γράφημα 3.2-39 : $I=f(l)$

Χαρακτηριστική ρεύματος διάβασης κατά την αποκοπή 2 αγωγών Al 16 mm² γραμμής διανομής Χαμηλής Τάσης μήκους μέχρι 370 m ηλεκτροδοτούμενης από υπαίθριο υποσταθμό 200 KVA/ 0,4 kV και εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης $R_{\delta}= 3000 \Omega$.

4. Σχόλια επί των αποτελεσμάτων

4.1 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της αποκοπής 2 αγωγών και δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος (ή στον αέρα)

4.1.1 Η παρεχόμενη προστασία από το δίκτυο σε περίπτωση βραχυκυκλώματος στον αέρα

Κατά την αποκοπή δύο αγωγών και τη δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος ή στον αέρα δημιουργείται ένα ρεύμα I_d (διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης). Από τους πίνακες **3.1.1-3.1.3** και τα γραφήματα **3.1.1.1, 3.1.2.1** και **3.1.3.1** του **Κεφαλαίου 3** παρατηρούμε ότι αυτό το διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης κυμαίνεται από περίπου 300A έως 2000A. Συνεπώς, οι αντίστοιχες ασφάλειες τήκονται σε πάρα πολύ μικρό χρονικό διάστημα (σε μερικά μs) και αποκόπτουν τη ροή του ρεύματος. Αυτό ισχύει και για τους τρεις διαφορετικούς μετασχηματιστές Μέσης Τάσης που εξετάζουμε. Οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος ηλεκτροπληξίας σε αυτή την περίπτωση.

4.1.2 Κίνδυνος ανάφλεξης αγωγού σε περίπτωση μεγάλων τιμών ασφάλειας

Κατά την αποκοπή δύο αγωγών και τη δημιουργία διφασικού βραχυκυκλώματος από επαφή τους στο έδαφος ή στον αέρα παρατηρείται μία μεταβολή της θερμοκρασίας $\Delta\theta$ στους αποκομμένους αγωγούς. Από τους πίνακες **3.1-1** έως **3.1-3** και τα γραφήματα **3.1-1β, 3.1-2β** και **3.1-3β** του **Κεφαλαίου 3** παρατηρούμε ότι αυτή η μεταβολή της θερμοκρασίας κυμαίνεται από 6 έως 418 °C σε ακραίες καταστάσεις. Είναι γνωστό π.χ. ότι η θερμοκρασία ανάφλεξης των ξηρών χόρτων είναι της τάξης των 180 °C. Συνεπώς, μπορεί να συμβεί π.χ. ανάφλεξη μόνο στις ακραίες περιπτώσεις όπου η αποκοπή παρατηρείται στα 20m το πολύ από τον πίνακα χαμηλής τάσης. Αλλά από την άλλη έχουν εξεταστεί οριακές τιμές και για τις ασφάλειες (μέγιστες ασφάλειες με μεγάλους χρόνους τήξης και μεγαλύτερες μεταβολές θερμοκρασίας όπως φαίνεται από το αντίστοιχο διάγραμμα και το πρόγραμμα “Simaris curves 1.0” της Siemens με τους χρόνους τήξης διάφορων ασφαλειών. Συνεπώς ο κίνδυνος ανάφλεξης των χόρτων μετριάζεται ακόμα και σε αυτές τις ακραίες περιπτώσεις, διότι με μικρότερες ασφάλειες θα συνέβαιναν μικρότερες μεταβολές θερμοκρασίας και κατά συνέπεια πολύ μικρότερη πιθανότητα ανάφλεξης.

4.2 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της αποκοπής 2 αγωγών και έλεγχος ατυχημάτων από την εκδήλωση σφάλματος λόγω ροής ρεύματος μέσω γης με αντίσταση διάβασης R_{δ}

Κατά την πτώση των αγωγών στο έδαφος η τιμή του ρεύματος ως προς γη εξαρτάται από τη συνολική αντίσταση του κυκλώματος. Στις περιπτώσεις όπου η συνολική αντίσταση είναι μεγάλη δεν τήκεται η ασφάλεια και συνεπώς υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας για τον άνθρωπο. Υπάρχει επίσης κίνδυνος πυρκαγιάς αν στις θέσεις επαφής προς γη είναι διαθέσιμη καύσιμη ύλη (χόρτα, κλαδιά κλπ). Αντίθετα, στις περιπτώσεις όπου η συνολική αντίσταση είναι μικρή (0,1 έως 3Ω), η ασφάλεια τήκεται σχεδόν ακαριαία (σε κλάσματα του δευτερολέπτου) προστατεύοντας έτσι τόσο τον άνθρωπο όσο και το περιβάλλον. Όμως αντιστάσεις τέτοιου μεγέθους συναντώνται σπάνια στη φύση.

Ακολουθεί πίνακας (Πίνακας 4.2-1) με τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές του ρεύματος διάβασης (ρεύμα ως προς γη) για όλους τους μετασχηματιστές και τις αντιστάσεις διάβασης όπως παραθέτονται στους πίνακες 3.2-1 έως 3.2-39.

R_{δ} (Ω)	150kVA		160kVA		200kVA	
	I_{\min} (A)	I_{\max} (A)	I_{\min} (A)	I_{\max} (A)	I_{\min} (A)	I_{\max} (A)
0,1	386,3672	2453,454	387,7002	2531,893	392,5114	2789,151
1	209,4794	384,4625	209,7533	385,1358	210,958	388,7331
2	137,9591	196,2185	138,057	196,3646	138,5416	197,2477
3	102,7095	131,6697	102,758	131,731	103,016	132,1204
5	67,91595	79,40626	67,93467	79,4272	68,04292	79,56642
10	36,7468	39,85257	36,75163	39,85759	36,7821	39,8922
50	7,861436	7,994136	7,861629	7,994329	7,862972	7,995707
100	3,965078	3,998535	3,965126	3,998583	3,965466	3,998927
200	1,991234	1,999634	1,991246	1,999646	1,991331	1,999732
500	0,798594	0,799941	0,798596	0,799943	0,79861	0,799957
1000	0,399648	0,399985	0,399649	0,399986	0,399652	0,399989
2000	0,199912	0,199996	0,199912	0,199996	0,199913	0,199997
3000	0,133294	0,133332	0,133294	0,133332	0,133295	0,133332

Πίνακας 4.2.-1: ελάχιστη (min) και μέγιστη (max) τιμή του ρεύματος διάβασης ανάλογα με τα kVA του μετασχηματιστή

Ο ανωτέρω πίνακας δίνει τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του μέγιστου και του ελάχιστου ρεύματος αναλόγως με τα kVA του μετασχηματιστή που επιβεβαιώνουν τα προαναφερθέντα.

5. Προτεινόμενη προστασία σε περίπτωση αποκοπής 2 αγωγών

Όπως είναι εμφανές από τις παραπάνω παρατηρήσεις στην περίπτωση αποκοπής δύο αγωγών στη Χαμηλή Τάση υπάρχει άμεσος κίνδυνος ατυχημάτων (ηλεκτροπληξία, εκδήλωση πυρκαγιάς) ειδικά για τον άνθρωπο. Συνεπώς καθίσταται αναγκαίο ένα επιπλέον είδος προστασίας τόσο για τον άνθρωπο κυρίως, όσο και για το περιβάλλον αλλά και το δίκτυο.

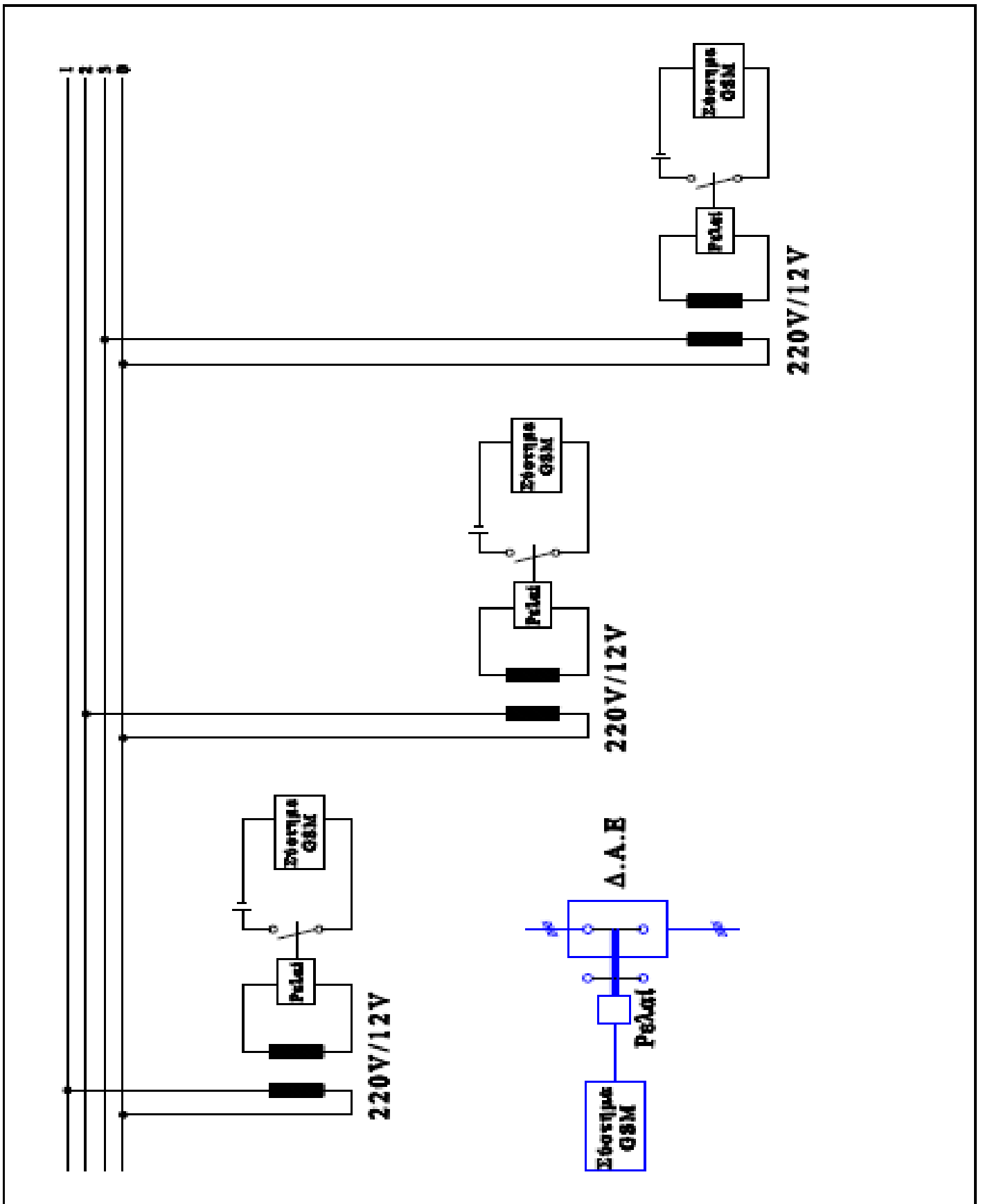
5.1 Γενικά μέτρα προστασίας

Παρατηρείται ότι ο κίνδυνος από την αποκοπή 2 αγωγών εξαρτάται αποκλειστικά από την τιμή της αντίστασης διάβασης R_s . Συνεπώς, καθίσταται αναγκαία η χαρτογράφηση του εδάφους στις περιοχές που υπάρχουν γραμμές χαμηλής τάσης έτσι ώστε όπου συντρέχει κίνδυνος να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Επίσης, προτείνεται συχνός έλεγχος και καθαρισμός της περιοχής γύρω από τις γραμμές (2 με 3 φορές το χρόνο). Ειδικότερα, επειδή υπάρχει αυξημένος κίνδυνος όταν η αποκοπή των αγωγών γίνει σε μικρή απόσταση από τον υποσταθμό είναι αναγκαίος ο συχνός καθαρισμός της περιοχής κοντά στο μετασχηματιστή. Σημαντικό ρόλο παίζει και η μελέτη των αιτιών αποκοπής των γραμμών (φθορά στα δεματικά και στους μονωτήρες) έτσι ώστε να αποφευχθεί ενδεχόμενο ατύχημα.

5.2 Προστασία με σύστημα GSM (Global System for Mobile Communication)

Η προστασία μπορεί να γίνει με χρήση τριών μετασχηματιστών τάσεις 230V/12V που ο καθένας συνδέεται (προ του τελευταίου κατά περίπτωση καταναλωτή) μεταξύ μιας φάσης και του ουδετέρου αγωγού. Σε περίπτωση αποκοπής δύο αγωγών οι αντίστοιχοι μετασχηματιστές δε δίνουν τάση 12V στα δευτερεύοντά τους και για το λόγο αυτό διακόπτεται η τάση στα ρελαί τα οποία αυτοί ηλεκτροδοτούν. Έτσι επειδή στο παραπάνω ρελαί κλείνει μια επαφή ενεργοποιείται ένα σύστημα GSM που μπορεί να θέσει εκτός τον αυτόματο διακόπτη επαναφοράς (Α.Δ.Ε) και ταυτόχρονα ενημερώνει το αντίστοιχο τμήμα της Δ.Ε.Η μέσω μηνύματος ότι ο συγκεκριμένος υποσταθμός και οι συγκεκριμένες φάσεις έχουν υποστεί σφάλμα (σχήμα 5.2-1).

Το GSM είναι ένα ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας που χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη και σε άλλα μέρη του κόσμου. Ψηφιοποιεί και συμπιέζει τα δεδομένα και στέλνει ένα κανάλι με τα άλλα δύο ρεύματα των δεδομένων του χρήστη. Λειτουργεί με βάση τα 900 MHz ή 1800 MHz. Το GSM είναι το de facto πρότυπο ασύρματων τηλεφώνων στην Ευρώπη. Στο παρακάτω σχήμα παραθέτουμε ένα σχέδιο με αυτόν τον προτεινόμενο μηχανισμό προστασίας με σύστημα GSM.



Σχήμα 5.2-1: Κύκλωμα προστασίας στον τελευταίο στύλο

5.3 Χρήση τορροειδούς μετασχηματιστή και ηλεκτρονόμου προστασίας από ρεύμα διαρροής-RCQ

Οι αυτόματοι διακόπτες T_{max} , T_1 , T_2 και T_3 συνδυάζονται με τον ηλεκτρονόμο προστασίας από ρεύμα διαρροής RCQ, με ξεχωριστό τορροειδή μετασχηματιστή (ο οποίος εγκαθίσταται εξωτερικά στους αγωγούς των γραμμών). Είναι κατάλληλοι για απόζευξη μέχρι 30A ρεύμα διαρροής και χρόνους μέχρι 5 sec. Επίσης χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου οι συνθήκες εγκατάστασης είναι ιδιαίτερα περιοριστικές, όπως σε ήδη εγκατεστημένους αυτόματους διακόπτες ή σε περιπτώσεις περιορισμένου χώρου στον πίνακα.

Χάρη στο μεγάλο εύρος ρυθμίσεών του, ο ηλεκτρονόμος προστασίας από ρεύμα διαρροής RCQ είναι κατάλληλος για εφαρμογές όπου απαιτείται κατασκευή ενός συντονισμένου συστήματος προστασίας από ρεύμα διαρροής στα διάφορα επίπεδα διανομής, από τον κύριο ηλεκτρικό πίνακα μέχρι τον τελικό χρήστη. Επίσης όπου απαιτείται προστασία από ρεύμα διαρροής χαμηλής ευαισθησίας, όπως και για εφαρμογές υψηλής ευαισθησίας για την προστασία ατόμων από άμεση επαφή. Σε περίπτωση πτώσης της βοηθητικής τάσης τροφοδοσίας του RCQ, η εντολή ανοίγματος ενεργοποιείται αφού προστεθούν 100ms στο χρόνο ρύθμισης της απόζευξης.

Ο ηλεκτρονόμος RCQ είναι κατάλληλος για χρήση σε περιπτώσεις παρουσίας ρευμάτων διαρροής ως προς γη, εναλλασσόμενων (Τύπος AC), ή εναλλασσόμενων και παλμικών (Τύπος A).

Ο ηλεκτρονόμος RCQ είναι έμμεσης ενέργειας και ανοίγει τον αυτόματο διακόπτη μέσω ενός πηνίου εργασίας (δεν περιλαμβάνεται), το οποίο τοποθετείται στην ειδική εσοχή που υπάρχει στον αυτόματου διακόπτη.



Εικόνα 5.3-1: τορροειδής μετασχηματιστής και ηλεκτρονόμος προστασίας από ρεύμα διαρροής-RCQ

Βιβλιογραφία:

- [1] Μπούρκας Π., ‘Εφαρμογές Κτιριακών και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων’, Εκδόσεις Ε.Μ.Π, Αθήνα 1998 .
- [2] Μπούρκας Π. , ‘Ασκήσεις Κτιριακών - Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων (Υποσταθμός Μέσης Τάσης, Βραχυκύκλωμα – Γειώσεις)’, Εκδόσεις Ε.Μ.Π , Αθήνα 2008 .
- [3] Βουρνάς Κ., Κονταξής Γ. ‘Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας’, Εκδόσεις Ε.Μ.Π Αθήνα 2001 .
- [4] Παπαδόπουλος Μ , ‘Δίκτυα Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας’, Εκδόσεις Ε.Μ.Π, Αθήνα 1994 .
- [5] Παπαδιάς Β., ‘Ανάλυση Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας’ ,Εκδόσεις Ε.Μ.Π Αθήνα 1993.
- [6] Δέρβος Κ., ‘ Μονωτικά Υλικά Υψηλών Τάσεων’, Εκδόσεις Ε.Μ.Π Αθήνα 2005
- [7] ABB, ‘ Distribution Systems and Protection Against Indirect Contact and Earth Fault’, Technical Application Paper .
- [8] <http://www.abb.com>
- [9] www.schneider-electric.com
- [10] Ψαρρός Ε., ‘Υπαίθριες Γραμμές Διανομής σε Περιβάλλον Πυρκαγιάς’ , Διδακτορική διατριβή με επιβλέπων τον Καθηγητή Μπούρκα Π.
- [11]*Siemens Simaris curves 1.0(software)